PC Games Hardware
SONDERHEFT

Grafikkarte leiser & schneller machen!

+ VIDEO-CD

Exklusives HD-Video
Grafikkartenkühler tauschen: Schritt für Schritt erklärt

NEU!

Kostenlos mehr Gaming-Leistung!

PC aufrüsten oder tunen?

Grafik-Upgrade für alle:

GPU gezielt aufrüsten

CPU-Leistung optimieren:

Prozessor übertakten

Einfach schneller spielen:

Spiele-Tuning unter Windows

TIPPS
Tuning von CPUs, Grafikkarten & Spielen

INFOTAINMENT
Datenträger enthält Lehr- oder Infoprogramme

€ 5,99
Ausgabe 03/2014
Österreich € 6,80 | Schweiz sfr 12,- |
Holland/Belgien/Luxemburg € 7,-

4 195756 805996 03

ASUS®

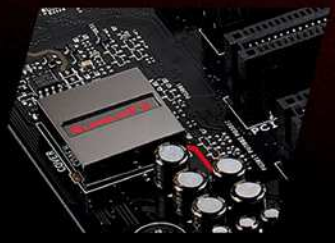
IN SEARCH OF INCREDIBLE

SUPPORTS intel inside CORE

intel inside CHIPSET H97

H97-PRO GAMER

BOOST YOUR GAME



GRANDIOSER SOUND

SupremeFX: Fortschrittliche Abschirmung gegen Störgeräusche und hochwertige Komponenten für erstklassigen Gamingsound!

SCHNELLES NETZWERK

Intel Gigabit Ethernet: Extrem schnelle Übertragungsraten, niedrige Prozessor-Belastung und besondere Stabilität für lagfreie Gaming-Sessions!
GameFirst II: Exklusive Traffic-Shaping Technologie für niedrige Pings und priorisierte Bandbreite für Spiele.

RUNDUMSCHUTZ

Außergewöhnlich langlebige Komponenten, von selbstrückstellenden Sicherungen bis 10k Black Metallic Kondensatoren.

NEXTGEN SCHNITTSTELLEN

10 Gbit/s M.2 & SATA EXPRESS: Die perfekte Wahl für Laufwerke für ein Spiele-Erlebnis mit extrem kurzen Ladezeiten.

Editorial

Egal ob Sie Ihren Gaming-PC nur tunen möchten oder aber punktuell aufrüsten: Mit unseren Tipps gelingt das Projekt auf jeden Fall!

Wenn aktuelle Spiele zur Diashow verkommen, ist nicht immer ein komplett neuer Rechner nötig, um wieder flüssig spielen zu können. In vielen Fällen genügt es, punktuell aufzurüsten oder das bestehende System zu optimieren. Unser Sonderheft zeigt Ihnen wie.

Einen neuen Spielerechner zu kaufen oder zu bauen, kostet schnell mehrere Hundert oder gar über 1.000 Euro. Wie bereits angedeutet, ist es oftmals aber gar nicht notwendig, sich in horrende Kosten zu stürzen, um wieder ruckelfrei spielen zu können. Gerade wenn der eigene PC erst wenige Jahre alt ist und über einen halbwegs aktuellen Vierkern-Prozessor und eine Grafikkarte vom Schlage einer Geforce GTX 560 oder Radeon HD 6870 verfügt, lässt sich mit etwas Software-Tuning und Systemoptimierung noch einiges an Leistung aus dem Rechenknecht kitzeln. Wie das funktioniert, lesen Sie im ausführlichen Tuning-Teil in diesem Heft.

Gezieltes Upgrade

Doch was tun, wenn alle unsere Tipps fehlschlagen und das Spielerlebnis immer noch nicht das gewünschte Niveau erreicht? Auch dann müssen Sie nicht verzagen und einen komplett neuen Rechner kaufen. In unserem Aufrüst-Teil geben wir Ihnen gezielte Tipps an die Hand, wie Sie je nach Budget und Bedarf Ihren gegenwärtigen PC punktuell aufrüsten können.

Da jeder Spieler ein unterschiedliches Anforderungsprofil hat, zeigen wir Ihnen im Artikel „Optimal Einkaufen“ zunächst eine Orientierung: Welche Hardware brauche ich überhaupt? Zusätzlich finden Sie auf der beigelegten CD zahlreiche Tipps rund ums Tunen und Aufrüsten auch im Videoformat.

Viel Spaß mit dem neuen Sonderheft wünscht Ihnen die PC-Games-Hardware-Redaktion!

Tom Loske
PC Games Hardware

Das IT-Magazin für Gamer!

PC Games Hardware: Immer aktuell mit Kaufberatung, Hintergrundartikeln und Praxistipps

Erhältlich an jedem Kiosk oder Heft bequem online bestellen unter: www.pcgh.de/shop

PC Games Hardware
DAS HARDWARE-MAGAZIN FÜR PC-SPIELER
www.pcgh.de * www.pcghx.de

computec MEDIA

Ein Unternehmen der Marquard Media International AG
Verleger Jürg Marquard

Verlag Computec Media GmbH
Dr.-Mack-Straße 83, 90762 Fürth
Telefon: 0911/2872-100
Telefax: 0911/2872-200
redaktion@pcgameshardware.de
www.pcgameshardware.de | www.pcghx.de

Geschäftsführer Rainer Rosenbusch, Ingo Griebl, Hans Ippisch

Chefredakteur (V.i.S.d.P.) Thilo Bayer (tb), verantwortlich für den redaktionellen Inhalt, Adresse siehe Verlagsanschrift

Redaktionsleiter Marco Albert (ma)
Redaktion Andreas Link (al), Tom Loske (tl), Carsten Spille (cs), Reinhard Staudacher (rs), Frank Stöwer (fs), Raffael Vötter (rv), Stephan Wilke (sw), Philipp Reuther (pr)
Product Manager Daniel Waadt (dw)
Mitarbeiter dieser Ausgabe Marius Hansen (mh), Andreas Hitzig (ah), Raphael Ittner (ri), Mathias Peilstöcker (mp), Christian Rahn (cr), Thorsten Vogel (tv)
Lektorat Claudia Brose (Ltg.), Birgit Bauer, Esther Marsch, Heidi Schmidt
Layout Frank Pfründer (Ltg.), Hans Strobel
Layoutkoordination Albert Kraus
Titelgestaltung Frank Pfründer
Fotografie Heft tb, ma, al, tl, cs, rs, rv, sw, pr, dw
Bildnachweis Sofern nicht anders angegeben: PC Games Hardware

CD, DVD, Video Jürgen Melzer (Ltg.), Alexander Wadenstorfer, Thomas Dziewiszek, Michael Schraut, Daniel Kunoth, Dominik Pache, Marcus Winkler

Vertrieb, Abonnement Werner Spachmüller (Ltg.), Thomas Eder
Marketing Jeanette Haag
Produktion Martin Closmann, Jörg Gleichmar

www.pcgameshardware.de

Chefredakteur Online Thilo Bayer
Redaktion Andreas Link, Marco Albert, Tom Loske, Carsten Spille, Reinhard Staudacher, Frank Stöwer, Raffael Vötter, Stephan Wilke, Philipp Reuther
Entwicklung Markus Wollny (Ltg.), René Giering, Aykut Arik, Tobias Hartlehnert
Webdesign Tony von Biedenfeld

Anzeigen
CMS Media Services GmbH, Dr.-Mack-Straße 83, 90762 Fürth

Anzeigenleiter
Gunnar Obermeier
verantwortlich für den Anzeigenteil, Adresse siehe Verlagsanschrift

Anzeigenberatung Print
Anne Müller: Tel.: +49 911 2872-251; anne.mueller@computec.de
Alto Mair: Tel.: +49 911 2872-144; alto.mair@computec.de
René Behme: Tel.: +49 911 2872-152; rene.behme@computec.de
Bernhard Nusser: Tel.: +49 911 2872-254; bernhard.nusser@computec.de

Anzeigenberatung Online Ströer Digital Media GmbH, Stresemannstraße 29, 22769 Hamburg
Telefon: Tel.: +49 40 46 85 67-0, Fax: +49 40 46 85 67-39
E-Mail: info@stroeerdigitalmedia.de

Anzeigendisposition anzeigen@computec.de
Datenübertragung via E-Mail: anzeigen@computec.de

Es gelten die Mediadaten Nr. 27 vom 01.01.2014

PC Games Hardware wird in den AWA- und ACTA-Studien geführt. Ermittelte Reichweite: 351.000 Leser

Abonnement – http://abo.pcgameshardware.de
Die Abwicklung (Rechnungsstellung, Zahlungsabwicklung und Versand) erfolgt über unser Partnerunternehmen DPV Direct GmbH:

Post-Adresse:
Leserservice Computec, 20080 Hamburg, Deutschland

Ansprechpartner für Reklamationen ist Ihr Computec-Team unter:

Deutschland
E-Mail: computec@dpv.de, Tel.: 0911-99399098, Fax: 01805-8618002*
Support: Montag 07:00–20:00 Uhr, Dienstag–Freitag 07:30–20:00 Uhr, Samstag 09:00–14:00 Uhr
* (0,14 €/Min. aus dem dt. Festnetz, max. 0,42 €/Min. aus dem dt. Mobilfunk)

Österreich, Schweiz und weitere Länder:
E-Mail: computec@dpv.de, Tel: +49-911-99399098, Fax: +49-1805-8618002
Support: Montag 07:00–20:00 Uhr, Dienstag–Freitag 07:30–20:00 Uhr, Samstag 09:00–14:00 Uhr

Abonnementpreis für 12 Ausgaben: Magazin € 47,88 (€ 51,60 Österreich, € 59,88 Ausland), DVD € 60,- (€ 67,20 Österreich, € 72,- Ausland)

Einzelversand/Nachbestellung
Online: www.pcgh.de/go/shop, E-Mail: computec@dpv.de, Tel.: 0911-99399098 , Fax: 01805-8618002*
* (0,14 €/Min. aus dem dt. Festnetz, max. 0,42 €/Min. aus dem dt. Mobilfunk)

ISSN/Vertriebskennzeichen PC Games Hardware: 1616-6922 / B 53384

Vertrieb: DPV Deutscher Pressevertrieb GmbH, Düsternstr. 1-3, 20355 Hamburg, Internet: www.dpv.de
Druck: Quad/Graphics Europe, 120 Pultuska Street, 07-200 Wyszków, Polen

COMPUTEC MEDIA ist nicht verantwortlich für die inhaltliche Richtigkeit der Anzeigen und übernimmt keinerlei Verantwortung für in Anzeigen dargestellte Produkte und Dienstleistungen. Die Veröffentlichung von Anzeigen setzt nicht die Billigung der angebotenen Produkte und Service-Leistungen durch COMPUTEC MEDIA voraus. Sollten Sie Beschwerden zu einem unserer Anzeigenkunden, seinen Produkten oder Dienstleistungen haben, möchten wir Sie bitten, uns dies schriftlich mitzuteilen. Schreiben Sie unter Angabe des Magazins, in dem die Anzeige erschienen ist, inkl. der Ausgabe und der Seitennummer an: CMS Media Services GmbH, Franziska Behme, Anschrift siehe oben.

Einsendungen Manuskripte und Programme:
Mit der Einsendung von Manuskripten jeder Art gibt der Verfasser die Zustimmung zur Veröffentlichung in den von der Verlagsgruppe herausgegebenen Publikationen. Urheberrecht: Alle in PCGH veröffentlichten Beiträge bzw. Datenträger sind urheberrechtlich geschützt. Jegliche Reproduktion oder Nutzung bedarf der vorherigen, ausdrücklichen und schriftlichen Genehmigung des Verlags.

MARQUARD MEDIA

Deutschsprachige Titel
SFT, WIDESCREEN, PC GAMES, PC GAMES MMORE, PC GAMES HARDWARE, BUFFED, X3, PLAY 4, GAMES & MORE, GAMES AKTUELL, N-ZONE, XBG GAMES, PLAY BLU

Polen
COSMOPOLITAN, JOY, SHAPE, HOT, PLAYBOY, CKM, VOYAGE, HARPER'S BAZAAR

Ungarn
JOY, SHAPE, ÉVA, IN STYLE, PLAYBOY, CKM, MEN'S HEALTH

Heftinhalt

Leistungsanalyse: Was bringt Aufrüsten wirklich?

Auf satten acht Seiten prüfen wir weitverbreitete Hardware und deren Leistung. Wir vergleichen das Potenzial mit dem von modernen Komponenten und geben konkrete Tipps zum Aufrüsten. Dabei gehen wir auf alle wichtigen Bauteile eines Spielerechners ein: von der CPU über die Grafikkarte bis hin zum Mainboard und dem Arbeitsspeicher.

So geht's: Grafikkarte tunen

Nicht nur Prozessoren lassen sich übertakten, auch aus modernen Grafikkarten lässt sich oftmals noch mehr Leistung kitzeln. Wir zeigen Ihnen, wie.

OC-Fehler: Einfach vermeiden

Beim Übertakten schleichen sich schnell Bugs ein, sei es aus Unachtsamkeit oder Unwissen. So vermeiden Sie die größten Fehler.

Impressum/Editorial 3

Inhaltsverzeichnis 4

Aufrüsten: Das müssen Sie wissen!

Leistungsanalyse Wann bringt Aufrüsten wirklich was? 6

Optimal einkaufen Je nach Spielertyp 14

CPU und Mainboard Richtig kombinieren 20

Grafikkarte Tipps für jeden Geldbeutel 28

Netzteil Unterschätzter Leistungsträger 34

Arbeitsspeicher Mehr Takt ist nicht alles 36

Peripherie Von Monitoren und Mäusen 42

Wasserkühlung Für Individualisten 48

Tuning-Tipps von Profis: Wenn Aufrüsten sich nicht lohnt

Aufrüsten lohnt nicht immer Gründe 56

Grafikkarte Mehr geht (fast) immer 58

SSD Flash-Speicher noch schneller machen 64

CPU und Mainboard Schaltzentrale UEFI 68

Arbeitsspeicher Timings verschärfen 74

OC-Fehler So lassen sie sich vermeiden 78

Software Tuning unter Windows 80

Seasonic-Netzteil

PCGH-Edition

Zusammen mit Seasonic bringt PC Games Hardware ein neues und besonders leises 550-Watt-Netzteil auf den Markt.

Seasonic ist einer der wenigen Netzteilhersteller weltweit, der sich ausschließlich auf die Fertigung von Netzteilen konzentriert und andere Geschäftsfelder außen vor lässt. Durch die hohe Qualität ist Seasonic der ideale Partner für eine PCGH-Edition.

Das Modell G-Series 550W wurde in unseren Tests bereits mit einem Award ausgezeichnet und bildet die Basis für die PCGH-Edition. Der einzige Kritikpunkt war die Lautstärke unter Last. Daher haben wir uns bei der PCGH-Edition vor allem auf die Optimierung des Lärmpegels konzentriert. Während auch das Standardmodell bei einer Auslastung von bis zu 50 Prozent mit 0,2 Sone sehr leise ist, haben wir bei 80 Prozent Last 2,7 und bei 100 Prozent 4,8 Sone gemessen. Die PCGH-Edition ist selbst bei 80 Prozent Last mit gerade mal 0,4 Sone nahezu unhörbar. Weitere Änderungen der PCGH-Edition betreffen die Kabel, die nun deutlich länger sind. *(dw)*

Produkt	Seasonic G-Series 550W PCGH-Edition
Hersteller	Seasonic
Preis	Ca. 95 Euro
Maximalleistung (Herstellerangabe)	550 Watt
Ausstattung	
Kabellänge SATA-/Molex-Stecker	50-90 cm/50-75 cm
Anschlüsse Floppy/PATA/SATA	2/4/6
12-V-Anschluss/ATX-Stecker (Länge)	1x 8-Pin/1x 4+4-Pin (65 cm)/1x 24-Pin (65 cm)
PCI-E-Anschlüsse (Länge)	2x 6+2-Pin (75 cm)
Modulares Kabelsystem	Ja, teilweise
Kühlsystem	Aktiv, 120 Millimeter
Handbuch/Garantie	Ja, deutsch/5 Jahre
80-Plus-Zertifizierung	80 Plus Gold
Schutzmechanismen laut Hersteller	OCP, OPP, OTP, SCP, OVP, UVP
Zubehör/Sonstiges	Kaltgerätestecker, Schrauben, Kabeltasche
Eigenschaften	
Kondensatoren primär	Nippon Chemicon 390 µF, 420 V, 105 °C
Kondensatoren sekundär	Solide State, Nippon Chemicon Elko 105 °C
Platinenmaterial	Epoxyd (FR3/FR4)
Abmessungen B x H x T (Überlänge)	150 x 86 x 160 mm
Belastbarkeit +3,3 V und +5 V	100 Watt
Belastbarkeit +12 V/Schienen	540 Watt/1
Leistung	
Stabilitätstest	Bestanden
Lautstärke 10/20/50/80/100 %*	0,2/0,2/0,2/0,4/2,5 Sone
Leistungsaufnahme Soft-off	0,6 Watt
Effizienz 10/20/50/80/100 %*	83/90/92/92/91 %
Leistungsfaktorkorrektur (PFC) 10 bis 100 %*	0,897 bis 0,996
Temperatur 10 bis 100 %*	21,4 bis 28,4 °C
Ripple & Noise (Intel ATX12V v2.3)	Innerhalb Spezifikation
	✪ Leiserer Lüfter bei PCGH-Edition ✪ Längere Kabel bei PCGH-Edition ✪ Effizienz (80 Plus Gold), 5 Jahre Garantie

* Auslastung

PCGH-Edition **Mehr Infos unter: www.pcgh.de/seasonic**

PC Games Hardware
DAS HARDWARE-MAGAZIN FÜR PC-SPIELER

Bild: Digital Revolution

Die Performancefrage

Bevor es ans Aufrüsten geht, stellt sich immer wieder die gleiche Frage: Lohnt sich das wirklich? Was leistet meine aktuelle Hardware eigentlich und wie groß ist das zu erwartende Leistungsplus?

Was ist zu tun, wenn das Lieblingsspiel zur Ruckelorgie verkommt und kaum ein aktueller Titel noch flüssig spielbar ist? Ist es wirklich an der Zeit, den scheinbar gerade erst gekauften Spiele-PC aufs Abstellgleis zu schieben und einen neuen Rechner zu kaufen?

Es muss nicht immer ein neuer PC sein

Glücklicherweise lautet die Antwort auf diese Frage nicht immer „Ja". In vielen Fällen reicht es schon, ein wenig Systemtuning zu betreiben, um dem heimischen Spielerechner ein wenig die Sporen zu geben. Sollten auch die diversen Tuning-Maßnahmen nicht mehr helfen – zahlreiche Tipps hierzu lesen Sie in diesem Sonderheft ab Seite 56 auf insgesamt über 20 Seiten – hilft es häufig, einzelne Komponenten auszutauschen, beispielsweise die Grafikkarte oder den Prozessor. So lässt sich Geld sparen und der Gaming-PC trotzdem wieder auf Trab bringen.

Gezielt aufrüsten

Bevor jedoch der Geldbeutel gezückt wird und in einen neuen Pixelschubser oder eine neue CPU investiert wird, sollten Sie prüfen, welche Komponente in Ihrem Rechner überhaupt der bremsende Faktor ist und wie groß der Geschwindigkeitszuwachs beim Austausch wirklich sein wird.

Dieser hängt natürlich auch vom verfügbaren Budget ab: Wer beispielsweise von einer drei Jahre alten Grafikkarte auf ein aktuelles High-End-Modell vom Schlag einer Geforce GTX 780 Ti aufrüstet, darf einen Performanceschub von über 100 Prozent erwarten, muss dafür aber auch mehr als 500 Euro in die Hand nehmen. Von diesem Geld lässt sich bereits ein halbwegs aktueller Spielerechner bauen.

Was also, wenn maximal 200 Euro in neue Hardware investiert werden können? Lohnt sich das Aufrüsten dann immer noch? Das kommt stark auf Ihre verbaute Hardware an. Wir haben einen Blick in das PC-Games-Hardware-Forum geworfen und geprüft, welche Hardware bei unseren Lesern verbreitet ist. Anhand dieser Informationen haben wir eine Leistungsübersicht erstellt, in der Sie genau ablesen können, wie schnell Ihre momentane CPU oder Grafikkarte wirklich sind. Diese Ergebnisse haben wir dann mit der Performance aktueller Komponenten in Relation gesetzt und grafisch in Matrizen aufgearbeitet.

So erkennen Sie auf einen Blick, wie viel zusätzliche Leistung Sie bei den verschiedenen möglichen Upgrades erwarten dürfen. Auf der nächsten Seite finden Sie die ausführlichen Angaben rund um das Thema Grafikkarten. Im Kapitel „Prozessoren" haben wir sogar zwei Aufrüstmatrizen für Sie, jeweils geordnet nach Anwendungs- und Spieleleistung.

Um den Informationskanon zu vervollständigen, gehen wir anschließend auf die Komponenten Mainboard, RAM und SSD ein.

Grafikkarte richtig aufrüsten

Im März 2010 hat Nvidia die Geforce-GTX-400-Serie auf den Markt gebracht. Mit der GTX 460 ist den Amerikanern ein echter Publikumsliebling gelungen. Die Grafikkarte war zum Release ein echter Preis-Leistungs-Knüller. Alle aktuellen Titel liefen in hohen Details flüssig. Mehr Geld in eine noch schnellere GPU zu investieren war für Geforce-Interessenten damals nicht notwendig. Kein Wunder, dass sich die Karte gut verkaufte und auch heute noch in vielen Spielerechnern ihren Dienst tut.

Tempus fugit …

… Zeit vergeht, wie der Lateiner sagt und so sollte auch jedem klar sein, dass nach mittlerweile vier Jahren der Zahn der Zeit an der ehemaligen Top-Grafikkarte nagt. Moderne Shooter wie Battlefield 4 oder auch Strategie-Schwergewichte vom Schlag eines Total War: Rome 2, lassen sich mit der Geforce GTX 460 heute nicht mehr flüssig spielen, erst recht nicht in Full HD mit hohen oder gar maximalen Details. Aufrüsten lohnt sich also.

Bereits der Schritt auf eine 90 Euro günstige Radeon R7 260X bringt ein Performanceplus von etwa 50 Prozent. Wir empfehlen jedoch, mindestens den Schritt auf eine etwa 170 Euro teure Radeon R9 270X zu wagen. Bei einem solchen Upgrade erwarten Sie satte 130 Prozent mehr Leistung. Zudem stemmt die R7 270X auch die meisten aktuellen Titel in Full HD problemlos, auch wenn Sie auf besonders feine Kantenglättung hin und wieder verzichten müssen, etwa beim Open-World-Kracher Watch Dogs.

Für knapp 230 Euro können wir die AMD Radeon R9 280X als Upgrade empfehlen. Dank 200 Prozent Leistungszuwachs im Vergleich zu einer Geforce GTX 460 dürfen Sie selbst grafiklastige Spiele wie Crysis 3 in Full HD genießen. In den allermeisten Fällen können Sie sogar Kantenglättung aktivieren.

Wenn Geld keine Rolle spielt, könnte eine Geforce GTX 780 Ti eine interessante Neuanschaffung darstellen. Die Karte ist die aktuell schnellste GPU mit nur einem Chip – abgesehen von der sündteuren Titan Black. Mit einem Preis von etwa 550 Euro liegt die 780 Ti aber wohl für viele oberhalb der Schmerzgrenze, was die Kosten für einen neuen Pixelschubser anbelangt. Hinzu kommt, dass eine solche High-End-Karte auch mit einem entsprechend potenten Prozessor kombiniert werden sollte, ansonsten verpufft ein Großteil der Leistung.

Guter Jahrgang

2010 schien ein guter Jahrgang für Grafikkarten gewesen zu sein, denn auch AMD hat in diesem Jahr einen echten Preis-Leistungs-Hit veröffentlicht: Die Radeon HD 6950 mit 2,0 GByte Speicher. Die Performance war nochmal höher als bei der Geforce-Konkurrenz, allerdings lag sie auch preislich leicht darüber. Heute schlägt sich die Karte noch akzeptabel, hat aber mit modernen Shootern und Actionspielen doch hart zu kämpfen.

Das in unseren Augen erste lohnenswerte Upgrade für die Radeon HD 6950 stellt in unseren Augen die Radeon R9 270X mit einem Leistungsplus von knapp über 50 Prozent dar. Wer lieber auf eine Nvidia-Grafikkarte wechseln möchte, kann die Geforce GTX 770 in Erwägung ziehen, die mit etwa 280 Euro aber gleich ein wesentlich größeres Loch in den Geldbeutel reißt als eine R9 270X. Dafür bietet die Geforce einen weiteren Leistungsvorsprung von gut 40 Prozent. Noch einen Tick schneller und noch dazu günstiger ist in diesem Segment allerdings die bereits erwähnte Radeon R9 280X für rund 230 Euro.

Alternativ bieten sich im Oberklasse-Bereich die Radeon R9 290X oder die Geforce GTX 780 Ti an. Beide kosten jenseits der 450 Euro und liefern mehr als 170 Prozent zusätzliche Leistung im Vergleich zur Radeon HD 6950. Sie merken schon: Vom Preis-Leistungs-Standpunkt aus liegen Radeon-Grafikkarten aktuell vorne.

Tendenziell sind Geforce-Modelle oft etwas leiser als die Radeon-Kon-

Stromhunger par excellence: Übertakter-Grafikkarten wie diese EVGA Classified Geforce GTX 780 Ti Kingpin Edition benötigen mehr Strom als üblich.

Aufrüstmatrix Grafikkarten

CPU/Grafikkarte	R7 260X	GTX 750 Ti	GTX 760	R9 270X	R9 280	GTX 770	R9 280X	GTX 780	R9 290	GTX 780 Ti	R 290X	GTX Titan Black
GTX 460	50,6%	55,8%	127,7%	129,9%	170,6%	190,5%	200,0%	253,2%	284,0%	311,3%	319,5%	332,9%
Radeon HD 6870	23,4%	27,7%	52,6%	88,3%	121,6%	137,9%	145,7%	189,4%	214,5%	236,9%	243,6%	254,6%
GTX 470	13,4%	17,3%	71,3%	73,0%	103,6%	118,6%	125,7%	165,8%	188,9%	209,4%	215,6%	225,7%
Radeon HD 5870	11,9%	15,8%	69,1%	70,7%	101,0%	115,8%	122,8%	162,4%	185,2%	205,5%	211,6%	221,5%
GTX 560 Ti	7,1%	10,8%	61,9%	63,4%	92,3%	106,5%	113,2%	151,1%	173,0%	192,3%	198,2%	207,7%
Radeon HD 6950 2G	-0,9%	2,6%	52,6%	53,1%	78,0%	91,2%	97,4%	132,5%	152,7%	170,7%	176,1%	184,9%
Radeon HD 7850 1G	-7,7%	-4,5%	39,5%	40,8%	65,8%	78,0%	83,8%	116,4%	135,3%	152,0%	157,0%	165,3%
GTX 570	-9,4%	-6,3%	37,0%	38,3%	62,5%	74,7%	80,5%	112,5%	131,0%	147,4%	152,3%	160,4%
GTX 660	-19,3%	-16,5%	22,0%	23,2%	45,0%	55,7%	60,8%	89,3%	105,8%	120,4%	124,8%	132,0%
Radeon HD 7870	-28,5%	-26,1%	8,0%	9,0%	28,3%	37,8%	42,3%	67,6%	82,1%	95,1%	99,0%	105,3%
Radeon HD 7950	-35,7%	-33,5%	-2,8%	-1,8%	15,5%	24,0%	28,1%	50,8%	64,0%	75,6%	79,1%	84,8%
GTX 670	-38,3%	-36,4%	-6,7%	-5,9%	10,8%	19,0%	22,9%	44,7%	57,3%	68,4%	71,8%	77,3%

Leistungsverlust! Plus 0-20 Prozent Plus 20-40 Prozent Über 40 Prozent

kurrenz, zudem sind die Treiber ausgereifter. Wer Downsampling betreiben möchte (also Spiele intern mit einer höheren Auflösung berechnen möchte als der Monitor letztlich ausgibt, was zu einem deutlich schärferen Bild führt), hat zudem mit einer Geforce gewisse Vorteile. Radeon-Karten tun sich in diesem Bereich sehr schwer.

Nividia-Modelle unterstützen zudem hardwarebeschleunigte Physik-Effekte mittels der proprietären Physx-Technik. Diese kommt allerdings nur in wenigen Spielen, beispielweise Batman: Arkham Origins zum Einsatz, der Vorteil ist also gering. Interessanter ist da die Mantle-Kompatibilität der Radeon-Grafikkarten der R9-Serie. Bei Mantle handelt es sich um eine neue Grafikschnittstelle, die im Gegensatz zu Microsofts Direct X besonders hardwarenah arbeitet und somit effizienter.

Zwar wird auch diese Technik aktuell nur von sehr wenigen Titeln, etwa Battlefield 4, Thief und Plants vs. Zombies unterstützt, der Vorteil ist aber wesentlich größer als der von Physx, insbesondere wenn Sie eine schwächere CPU besitzen. Zudem ist davon auszugehen, dass zukünftige Spiele, die auf der Frostbite-3-Engine basieren, ebenfalls zu der Mantle-API greifen werden.

Jahreswagen

Wer eine relativ neue Grafikkarte vom Schlag einer Radeon HD 7870 oder Geforce GTX 670 besitzt, sollte mit dem Aufrüsten noch ein wenig warten.

Um einen deutlichen Performancegewinn zu verzeichnen, müssen Sie in diesem Fall schon zu High-End-Grafikkarten wie einer Geforce GTX 780 oder einer Radeon R9 290 greifen. Das bedeutet eine Investition von mindestens 300 Euro. Die Leistung steigt dann um grob 65 Prozent gegenüber den vorab genannten Beispielkarten.

Wenn Sie also weniger als 300 Euro für eine GPU ausgeben möchten, lohnt sich ein Upgrade kaum, denn der Performancezuwachs wird bei maximal 37 Prozent liegen. Hier ist es also sinnvoller, bis Ende des Jahres auf die kommende Grafikkartengeneration zu warten und bis dahin ein paar Tuning-Maßnahmen für zusätzliche Fps durchzuführen.

Wie das geht, zeigen wir Ihnen in unserem ausführlichen Tuning-Teil in diesem Sonderheft. Alle wichtigen Tipps rund ums Optimieren von Grafikkarten lesen Sie ab Seite 58. Noch etwas mehr Leistung lässt sich übrigens aus Ihrem Pixelschubser quetschen, wenn Sie den vorhandenen Kühlkörper gegen ein anderes Modell austauschen. Mit den entsprechenden Lüftern machen Sie Ihre GPU nicht nur noch schneller, sondern senken gleichzeitig die Lautstärke. Eine Anleitung dazu sehen Sie auf der beiligenden Video-CD.

Extreme-Grafikkarten für extreme Ansprüche

Radeon R9 290X und Geforce GTX Titan Black sind nicht das Ende der Fahnenstange, wie diese beiden Grafikmonster zeigen.

Stellen Sie sich vor, Sie wären ein arabischer Prinz und wüssten nicht, wohin mit Ihrem Geld. Der Luxusurlaub ist geplant, der neueste Supersportwagen steht in der Garage und das exklusivste Smartphone steckt in Ihrer Hosentasche. Was fehlt noch? Ganz klar, der schnellstmögliche Gaming-Rechner, den man für Geld kaufen kann. Aus Gründen der Individualität natürlich selbst zusammengebaut. Doch welche Grafikkarte verbaut man eigentlich, wenn Geld wirklich absolut gar keine Rolle spielt?

Sowohl AMD als auch Nvidia haben ein Dual-GPU-Modell im Programm, das mit jeweils zwei Grafikchips auf einer Platine ausgestattet ist: Die AMD Radeon R9 295X2, die geich mit einer All-in-One-Wasserkühlung daherkommt, und die Nvidia Geforce GTX Titan Z. Preislich liegt die Radeon mit knapp 1.300 Euro schon jenseits von Gut und Böse, während die Titan Z mit knapp unter 3.000 Euro den Vogel vollends abschießt.

Auf der sündteuren Karte sitzen zwei GK-110-Grafikchips, die für massive Performance sorgen sollen. Bestückt ist sie zudem mit 12,0 GiByte Videospeicher, von denen jeweils 6,0 GiByte den einzelnen Chips zur Verfügung stehen. Als Stromverbrauch gibt Nvidia 375 Watt an, was wir allerdings für optimistisch niedrig geschätzt halten.

Auf der nur halb so teuren Radeon R9 295X2 werkeln zwei Radeon-R9-290X-Chips. Die Performance ist recht beeindruckend, wie wir in eigenen Benchmarks bereits ausprobieren durften. So ließ sich beispielsweise der Tomb-Raider-Reboot in Ultra HD mit halbwegs flüssigen 30 Bildern pro Sekunde spielen. Vor den typischen Multi-GPU-Problemen wie Mikroruckeln und mangelhafter Treiberoptimierung ist man mit keiner der beiden Karten gefeit. Letztlich handelt es sich bei solchen Modellen um wenig mehr als ein technisches Showcase ohne echten realen Nutzen. Das merkt man als Kunde nicht nur am absurden Preis, sondern auch an der Verfügbarkeit solcher Karten: Insbesondere die Titan Z ist auf dem Markt kaum erhältlich.

Prozessor richtig aufrüsten

Revolutionäre Neuigkeiten gab es auf dem Prozessormarkt in den vergangenen Jahren nicht zu berichten. Zwar steigt die Leistung der CPUs weiterhin stetig an, der Leistungsvorsprung der neuen Generationen gegenüber ihren Vorgängern schrumpft aber. Die Vorteile moderner Prozessoren finden sich immer mehr bei der Effizienz: Die rohe Rechenleistung wächst kaum an, dafür wird der benötigte Energiebedarf immer geringer. Das schont auf Dauer den Geldbeutel. Aber lohnt es sich wirklich, wegen ein paar Watt weniger auf eine neue CPU aufzurüsten?

Nicht alleine

Zudem stellt sich bei der Hauptrecheneinheit im PC stets die Frage: Reicht es überhaupt, nur die CPU auszutauschen, oder müssen auch das Mainboard und der Arbeitsspeicher erneuert werden? Wir gehen in diesem Artikel konkret auf einige Beispiele ein und zeigen Ihnen, ob sich ein Upgrade lohnt. Wenn ja, gehen wir auch auf möglicherweise nötige neue Hauptplatinen beziehungsweise RAM ein.

Brot und Spiele

Die Arbeit kommt vor dem Vergnügen, so geht es oft auch PC-Spielern. Neben hoher Spieleleistung sollte ein Prozessor auch eine hohe Anwendungsperformance bieten. Unsere Tabelle zeigt, dass beide Felder nicht immer übereinstimmen.

Daher haben wir unsere Aufrüstmatrix für Prozessoren zweigeteilt. So können Sie, je nachdem, welcher Aspekt für Sie wichtiger ist, die richtige Entscheidung beim Upgrade treffen.

Bei der Auswahl der hier gezeigten Modelle haben wir uns nach der Verbreitung der Hardware unter den Forennutzern von pcgameshardware.de orientiert. Bei den Upgradeoptionen spielte Verfügbarkeit der Modelle eine große Rolle. APUs haben wir aufgrund der eher kleinen Auswahl hier nicht mit hereingenommen. Empfehlenswert sind in diesem Segment vor allem die „Kaveri-APUs“ von AMD, beispielsweise der AMD A10-7850K, der für etwa 150 Euro inklusive Kühler zu haben ist.

Altgedient

Manch einer mag sich fragen, warum sich keine Sockel-775- oder -939-Prozessoren in unserer Übersicht finden. Die Antwort ist einfach: Bei noch älteren Modellen als hier dargestellt, lohnt sich das Aufrüsten für Spieler in jedem Fall, obwohl stets auch ein neues Mainboard als zusätzlicher Kostenfaktor nötig wird.

Auch ein RAM-Upgrade ist in diesen Fällen fast immer nötig, nur ganz wenige Hauptplatinen unterstützen sowohl DDR2- als auch DDR3-Speicher.

Rot gegen Blau

Hatten Kunden Anfang der 90er-Jahre noch die Möglichkeit, auf Cyrix-Prozessoren zu setzen, teilen heute Intel und AMD den Markt komplett unter sich auf. Dabei muss gesagt werden, dass Intel in den vergangenen Jahren die CPU-Welt dominierte und AMD nur noch mit wenigen Einzelmodellen Kunden binden konnte.

Eines dieser Produkte war der AMD Phenom II X4 965, der immer noch in vielen Spielerechnern der PC-Games-Hardware-Community steckt. Zu seinem Release war der Prozessor eine gute und günstige Alternative zu den teureren Vierkernern von Intel. Im Jahr 2014 aber schwächelt der Klassiker mittlerweile merklich. Sogar der

Aufrüstmatrix Prozessoren: Spieleleistung

CPU/Grafikkarte	Pentium G3258	i3 4130T	FX 6350	FX 8350	Pentium G3258 @ 4,4 GHz	i5 4690	Xeon E3-2131 V3	i7 4960X	i7 4790K
Phenom II X4 965	15,1%	27,3%	33,0%	41,0%	61,7%	94,0%	107,3%	127,8%	129,4%
Phenom II X6 1100T	-1,2%	9,3%	14,2%	27,0%	38,8%	66,5%	78,0%	95,5%	97,0%
FX 8150	-3,1%	7,1%	12,0%	18,7%	36,1%	63,3%	74,5%	91,7%	93,1%
i7 920	-3,8%	6,3%	11,1%	17,8%	35,1%	62,1%	73,2%	90,2%	91,6%
i5 2500K	-28,3%	-20,7%	-17,1%	-12,1%	0,7%	20,9%	29,1%	41,9%	42,9%
i7 2600K	-38,7%	-32,2%	-29,2%	-24,9%	-13,9%	3,3%	10,4%	21,2%	22,1%

■ Nicht empfehlenswerte Kombination ■ Unausgewogene Kombination ■ Leicht unausgewogene Kombination ■ Optimale Kombination

Aufrüstmatrix Prozessoren: Anwendungsleistung

CPU/Grafikkarte	Pentium G3258	i3 4130T	Pentium G3258 @ 4,4 GHz	FX 6350	i5 4690	FX 8350	Xeon E3-2131 V3	i7 4790K	i7 4960X
Pentium G3258	-20,3%	-5,6%	6,8%	51,0%	74,4%	88,5%	104,2%	131,3%	181,7%
i7 920	-38,7%	-27,5%	-18,0%	16,0%	34,0%	44,8%	56,9%	77,0%	116,5%
Phenom II X6 1010T	-39,9%	-28,9%	-19,5%	13,8%	31,4%	42,0%	53,9%	74,3%	112,3%
i5 2500K	-42,8%	-32,3%	-23,4%	8,3%	31,1%	35,2%	46,5%	65,9%	102,0%
FX 8150	-51,5%	-42,5%	-35,0%	-8,1%	11,3%	14,8%	24,4%	40,8%	71,5%
i7 2600K	-55,4%	-47,2%	-40,2%	-15,5%	-2,4%	5,5%	14,4%	29,5%	57,7%

■ Nicht empfehlenswerte Kombination ■ Unausgewogene Kombination ■ Leicht unausgewogene Kombination ■ Optimale Kombination

Pentium G3258, ein schmächtiger Zweikerner für gerade mal 60 Euro bietet knapp 15 Prozent mehr Spieleleistung. Übertaktet man diesen auf 4,4 Gigahertz, wächst der Vorsprung gar auf beachtliche 61,7 Prozent. Ein dazu passendes Mainboard mit H97-PCH ist bereits ab etwa 50 Euro zu haben.

In Anwendungen jedoch fällt der Pentium hinter den Phenom II X4 956 zurück, selbst im übertakteten Zustand kann er nicht mehr mithalten. Dennoch bleibt er eine spannende Option, insbesondere für Spieler, die hauptsächlich Titel von Blizzard spielen, die ohnehin nur von maximal zwei Kernen profitieren, etwa Diablo 3. Wer einen echten Intel Quad-Core möchte, sollte den Xeon E3-1231 V3 für etwa 200 Euro in Erwägung ziehen. Das Performanceplus liegt dann bei satten 107,3 Prozent.

Einen AMD FX 8350 hingegen können wir trotz Performanceplus von 41 Prozent nicht wirklich empfehlen, der Preis von knapp 150 Euro liegt einfach zu hoch. Der lediglich 100 Euro teure FX 6350 ist in Spielen auch nur 33 Prozent schneller und somit auch nicht wirklich empfehlenswert.

Neuere FX-Modelle

Wer ein aktuelleres AMD-FX-Modell wie beispielsweise den FX 8150 besitzt, kann sich ein Upgrade innerhalb des Herstellers sparen. Keine AMD-CPU liefert ein ausreichend großes Performanceplus, um eine Investition zu rechtfertigen.

Die in unseren Augen günstigste sinnvolle Option stellt der Intel Core i5-4690 dar, der für etwa 180 Euro zu haben ist. Ein passendes Mainboard mit H97-PCH gibt es ab 50 Euro. Wer maximale Spieleleistung wünscht und auch übertakten möchte, dem legen wir den Intel Core i7-4790K ans Herz. Dieser kostet etwa 280 Euro und rechnet knapp 100 Prozent schneller als ein FX 8150. Ein overclockingtaugliches Mainboard mit Z97-PCH ist ab etwa 90 Euro erhältlich. Wer etwas tiefer in die Tasche greifen kann, findet ab 130 Euro auch Platinen, die speziell auf Gamer zugeschnitten sind.

Der Sockel 2011 stellt die High-End-Plattform von Intel dar. Der schnellste verfügbare Prozessor ist der hier abgebildetete Core i7-4960X mit sechs Kernen.

Sandy Bridge ade?

Wer bereits eine Sandy-Bridge-CPU besitzt, etwa den Core i5-2500K, kann sich das Aufrüsten aktuell sparen. Der Performancegewinn mit aktuelleren Intel-Prozessoren hält sich in Grenzen und liegt bei maximal 42 Prozent. Ein Wert, den Sie in Spielen nur in den seltensten Fällen bemerken dürften. Werfen Sie lieber einen Blick auf unsere Tuning-Tipps ab Seite 56 in diesem Sonderheft und warten Sie mit dem Upgrade noch ab.

High-End-CPUs als Luxusgut

Sowohl AMD als auch Intel haben teure High-End-Prozessoren im Angebot. Lohnt sich der Aufpreis für einen solchen Rechenknecht oder sollten Spieler lieber zu langsameren, aber deutlich günstigeren Mainstream-Alternativen greifen?

Bereits seit einigen Jahren bietet Intel die „Extreme Editions" seiner Prozessoren an. Dabei handelt es sich stets um die absolute Speerspitze der CPUs, keine Hauptrecheneinheit, die für Endkonsumenten verfügbar ist, jongliert schneller mit Einsen und Nullen. Solche CPUs sind nur begrenzt verfügbar und richten sich ganz klar an PC-Enthusiasten, die bereit sind, viel Geld für maximale Performance zu bezahlen. Das weiß auch Intel und entsprechend hoch liegt der Preispunkt für die „Extreme Editions": Üblicherweise werden um die 1.000 Euro für eine solche CPU fällig. Im Gegenzug bekommt man den schnellsten Prozessor auf dem Markt. Die High-End-Plattform von Intel ist aktuell der Sockel 2011, so benannt nach den insgesamt 2011 Kontaktstellen zwischen Mainboard und Prozessor. Auch die Hauptplatinen in diesem Segment sind eher hochpreisig: Unser momentaner Spitzenreiter bei den Sockel-2011-Motherboards, das Asus Rampage IV Black Edition, kostet mehr als 350 Euro. Ein Preisverfall ist derzeit nicht in Sicht.

Der derzeit schnellste Prozessor, der Intel Core i7-4960X besitzt sechs Kerne und schlägt mit circa 800 Euro zu Buche. Der Performancevorsprung bei Spielen gegenüber dem 500 Euro günstigeren Core i7-4790K für den Sockel 11150 beträgt aber weniger als zehn Prozent! Nur in Anwendungen, die stark Multi-Core-optimiert sind, beispielsweise Adobe Premiere Pro, kann der der 4960X seinen Vorsprung besser ausspielen. Für Nutzer, die hauptsächlich spielen, lohnt sich die Investition faktisch nicht.

Doch nicht nur Intel hat exklusive Preisvorstellungen, wenn es um das leistungsfähigste Modell geht: Der AMD FX 9590, bis heute der schnellste verfügbare Prozessor von AMD, kostete zu seiner Veröffentlichung im Juli 2013 stolze 750 Euro. Immerhin: Der anfangs enorme Preis fiel innerhalb von nur drei Monaten auf sein aktuelles Niveau von etwa 270 Euro. Die Neuauflage mit Wasserkühlung liegt momentan bei etwa 350 Euro. Allerdings dürfte auch dieser Preis schnell sinken.

Mainboard

Der Einfluss vom Mainboard auf die Gesamtperformance des Rechners ist eher marginal. Dennoch stellt das Motherboard vielleicht die wichtigste Komponente eines jeden PCs dar: Ohne Plattform kann schließlich kein weiteres Bauteil platziert werden. Manche mögen argumentieren, dass die CPU wichtiger ist; die berühmte Frage nach Henne und Ei eben. Doch worauf muss man beim Mainboard-Upgrade achten?

Der richtige Sockel

Nachdem man sich für eine Wunsch-CPU entschieden hat, gilt es, das passende Motherboard auszusuchen. Dabei richtet man sich natürlich nach dem gewählten Prozessor. Aktuell sind mehrere Sockel verbreitet: Für Intel sind das die Sockel 1150 und 2011, für AMD die Sockel AM3+ und FM2+.

Für jeden Sockel sind Hauptplatinen in verschiedenen Preissegmenten verfügbar, die sich vor allem durch ihre Ausstattung unterscheiden. Performanceunterschiede sind wie erwähnt zwischen den einzelnen Varianten kaum auszumachen. Vor dem Kauf sollten Sie sich Gedanken machen, welche weiteren Komponenten Sie in Ihrem PC unterbringen wollen, und überlegen, wie wichtig Ihnen spätere Aufrüstbarkeit ist. Auch die Frage, ob Sie übertakten möchten oder nicht, spielt eine nicht unerhebliche Rolle.

Ausstattungsfrage

Für Intel-Interessenten ist der Sockel 1150 die wichtigste Plattform. Diese unterstützt die aktuellen Haswell- und Haswell-Refresh-Modelle. Innerhalb der Plattform muss zwischen zwei wichtigen PCHs unterschieden werden: Der Mittelklasse-Option H97 und dem Oberklasse-Modell Z97.

Wer keine Übertaktungsambitionen hegt und auch keine „K-CPU“ mit freiem Multiplikator verwenden möchte, der kann getrost zu Mainboards mit dem H97-PCH greifen. Diese kosten spürbar weniger als die Z97-Konkurrenz und bieten dennoch alle wichtigen Ausstattungsmerkmale, die für Spieler spannend sind. Je nach Board unterscheidet sich die Ausstattung natürlich ein wenig.

Wer mehrere Grafikkarten verwenden möchte, muss darauf achten, dass die gewünschte Platine dies auch unterstützt. Die allermeisten Modelle sind zumindest Crossfire-kompatibel und kommen mit zwei oder mehr Radeon-Grafikkarten zurecht. Wer mehrere Nvidia-GPUs nutzen will, muss tiefer in die Tasche greifen und eine Platine mit SLI-Zertifikat kaufen.

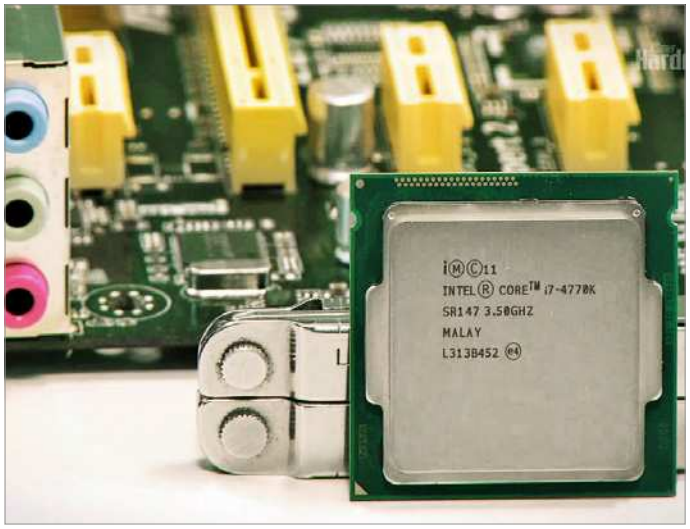
Auf jeden Fall sollte das neue Motherboard über mindestens sechs SATA-6GB/s-Anschlüsse verfügen, um möglichst viele schnelle SSDs anschließen zu können. Wer noch höhere Performance benötigt, kauft eine Platine mit M.2-Slot. Diese recht neue Schnittstelle erlaubt doppelt so hohe Datentransferraten wie die normale SATA-Anbindung.

Overclocker und solche, die es werden möchten, greifen zum Z97-PCH. Dieser bietet alle Funktionen, die der H97 auch beherrscht, kann zusätzlich aber um zahlreiche, fürs Übertakten relevante, Parameter angepasst werden. Sockel-2011-Interessenten haben ohnehin nur den X79-PCH zur Auswahl und entscheiden daher rein nach der Ausstattung.

Zukunftssicher

AMD-Nutzer achten beim Kauf ebenfalls hauptsächlich auf die Ausstattung: Beim Sockel AM3+ sollte der 970FX- oder 990FX-Chipsatz zum Einsatz kommen, bei FM2+-basierten Modellen entsprechend der A88X+.

Auch wenn solche Boards bereits seit einigen Jahren erhältlich sind, wurden diese immer weiter aktualisiert. Das Asrock 990FX Killer beispielsweise bietet die aktuelle M.2-Schnittstelle und einen Bigfoot-Killer-Netzwerkchip. Empfehlenswerte, umfangreich bestückte Platinen für FX-CPUs oder Kaveri-APUs bekommen Sie mittlerweile bereits ab 50 Euro.

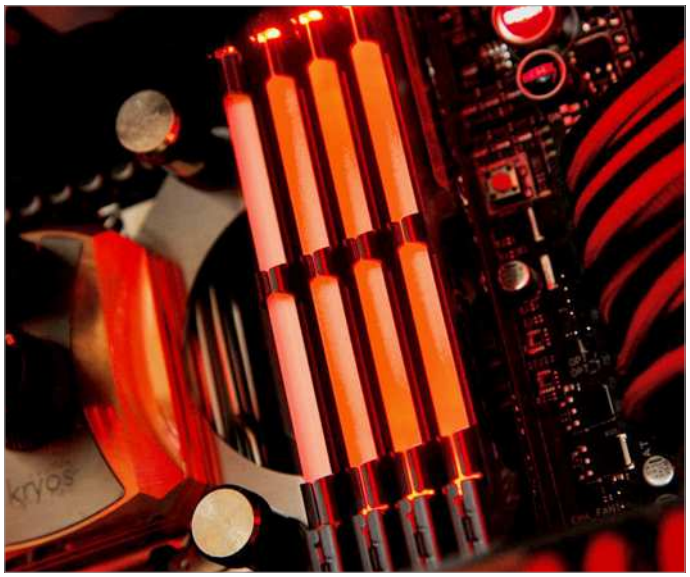


Zum Größenvergleich: Der Intel Core i7-4770K lehnt an einem Leatherman. Taktrate und Herstellungsland sind auf dem Heatspreader vermerkt.

Sockel-2011-Platinen erlauben Quad-Channel-Speicherbetrieb und kommen daher häufig mit ganzen acht RAM-Slots daher.

Bei AMD-Prozessoren sind die Kontaktpins noch an der CPU selbst festgemacht, Intel hat die kleinen Stecker schon länger in den Sockel ausgelagert.

Ein klassisches RAM-Kit besteht üblicherweise aus zwei Riegeln, die mit gleichen Chips ausgestattet sind und identische Kapazitäten bieten.



Einige Hersteller, im Bild ist Panram zu sehen, statten ihre RAM-Module mit auffälligen Kühlkonstruktionen aus, die teilweise auch beleuchtet sind.

Bild: der8auer

Extrem-Übertakter setzen auf spezielle Container für Flüssigstickstoff, sogenannte „Pots", um auch den RAM auf Höchstleistung trimmen zu können.

RAM

Eine Binsenweisheit besagt: Speicher kann man nie genug haben. Das stimmt in den meisten Fällen zwar, dennoch lohnt es sich nicht immer, in eine größere Speichermenge zu investieren. Manchmal ist es sinnvoller, einfach schnelleren Speicher zu kaufen.

Speicher? Egal!

Noch immer unterschätzen viele Spieler die Rolle, die der Arbeitsspeicher im System spielt, und agieren beim Kauf nach der Methode: Hauptsache viel Speicher für wenig Geld. Das ist jedoch nur selten die optimale Lösung.

Klar, 32 GiByte RAM klingt besser als 16 GiByte und das wiederum klingt besser als 8 GiByte. Realistisch betrachtet jedoch ist ein aktueller Spiele-PC mit 8 GiByte Arbeitsspeicher völlig ausreichend bestückt. Kaum ein Spiel profitiert von noch mehr RAM. Daher lohnt es sich, statt in eine größere Speichermenge in höherwertigen RAM zu investieren.

Ein schnelles DDR3-1.600 Kit, bestehend aus zwei mal vier GiByte mit niedrigen Timings, bringt oftmals mehr Bilder pro Sekunde in Spielen als ein Kit mit zwei mal acht GiByte, das dafür nur eine Taktrate von 1.333 Megahertz und zusätzlich höhere Timings aufweist.

Zwei Kanäle

Grundsätzlich sollten Sie Arbeitsspeicher immer im Paket erwerben, sprich bestehend aus mindestens zwei RAM-Riegeln. Nur so können Sie den Dual-Channel-Mode ausnutzen, der zu einer gesteigerten Leistung führt. Einzelne RAM-Bausteine können zwar in manchen Fällen billiger sein, dennoch sollten Sie stets ein sogenanntes „Kit" erwerben.

Damit stellen Sie zudem sicher, dass der Speicher gut zueinander passt. Denn nur baugleiche Riegel lassen sich im Dual-Channel-Modus betreiben. Das heißt: Wenn Sie zunächst einen einzelnen RAM-Stick erwerben, müssen Sie beim späteren Aufrüsten genau das gleiche Modell wieder kaufen, um die Vorteile des Zweikanalbetriebs ausnutzen zu können. Da sich die Marktlage und die Verfügbarkeiten schnell ändern können, ist diese Vorgehensweise nicht empfohlen.

Vier Kanäle

Wer ein Sockel-2011-System verwendet, sollte sogar gleich vier RAM-Riegel auf einmal kaufen, denn diese Plattform unterstützt sogar den Quad-Channel-Betrieb. Leistungstechnisch kann sich dieser aber nicht drastisch vom Dual-Channel-Modus absetzen.

Achten Sie beim Einbau Ihres Arbeitsspeichers zudem auf die richtige Platzierung in den RAM-Slots. Diese sind meist nach dem Schema A1, B1 und A2, B2 benannt. Dabei sollten die Steckplätze A1 und B1 zuerst belegt werden, anschließend erst die Slots A2 und B2. Genaue Hinweise und eventuelle Abweichungen von dieser Nomenklatur lesen Sie im Handbuch Ihres Mainboards nach.

RAM ersetzen?

Was macht man beim Aufrüsten eigentlich mit dem alten Arbeitsspeicher? Hier sollte zunächst wieder die Belegung geprüft werden. Sind bereits alle RAM-Bänke belegt, muss der alte Speicher selbstverständlich ausgebaut werden.

Da die neu gekauften RAM-Module üblicherweise schneller sind als die bisherigen Sticks, sollten diese im ersten RAM-Kanal platziert werden, sprich in den Slots A1 und B1. Besteht das neue Kit nur aus zwei Riegeln, können Sie den alten Speicher in den Steckplätzen A2 und B2 verbauen. Achten Sie im UEFI darauf, dass alle Speicherbausteine richtig konfiguriert sind, sprich mit den passenden Taktraten und Timings laufen. Speicher wird oft nicht zuverlässig erkannt, wodurch Performance verschenkt wird.

Im Artikel „Arbeitsspeicher optimieren" ab Seite 36 in diesem Sonderheft gehen wir ganz genau auf die Tücken beim Speicherkauf ein und zeigen, wie Sie diese ganz leicht vermeiden können. Zudem geben wir Kaufempfehlungen.

SSD

Klassische Magnetfestplatten haben im Jahr 2014 nahezu ausgedient – lediglich als günstiger Massenspeicher für die Multimediasammlung finden die Klassiker im privaten Bereich noch häufig Verwendung. Selbst Einsteiger-Notebooks werden mittlerweile fast nur noch mit schnellem Flash-Speicher ausgeliefert. Kein Wunder: Die Preise pro Gigabyte befinden sich seit einigen Monaten im freien Fall, zumindest als Systemfestplatte ist eine Solid State Disk fast unverzichtbar geworden.

Temporausch

Egal wie alt ein Rechner sein mag: Selbst vier oder fünf Jahre alte Geräte fühlen sich gleich viel schneller an, wenn eine SSD als Hauptspeichermedium eingesetzt wird.

Sowohl die Zugriffszeiten als auch die Datentransferraten liegen deutlich unter denen von herkömmlichen Magnetfestplatten und beschleunigen damit die Arbeit mit dem Betriebssystem erheblich. Kaum eine Komponente sorgt für einen gefühlt höheren Tempogewinn als eine Solid State Disk.

Doch nicht nur beim täglichen Windows-Betrieb oder beim Hin-und-her-Kopieren von Daten sind die Vorteile spürbar: Auch Spiele profitieren merklich, was sich insbesondere in kürzeren Ladezeiten niederschlägt. Wer also noch eine reguläre HDD als Systemplatte einsetzt, sollte unbedingt auf ein schnelles Flash-Laufwerk wechseln. Je nach Alter des Rechners macht ein solches Upgrade sogar mehr Sinn als eine neue Grafikkarte oder CPU.

Günstig geht auch

Wer nicht viel Geld ausgeben möchte, um sich von den Vorzügen einer SSD zu überzeugen, dem legen wir Modelle mit einer Kapazität von etwa 120 GByte ans Herz. Diese sind bereits ab etwa 80 Euro erhältlich und bieten bereits ausreichend Platz für das Betriebssystem und ein paar Lieblingsspiele und das Office-Paket. Empfehlenswerte Modelle sind beispielsweise die Samsung SSD 840 oder auch die Plextor M5. Wem das Preis-Leistungs-Verhältnis am wichtigsten ist, sollte jedoch in eine größere SSD investieren. Momentan (Stand Juli 2014) liefern Flash-Festplatten mit Kapazitäten um 250 GByte das beste Relation aus Kosten und Performance.

Die Crucial MX100 etwa ist der Nachfolger der extrem beliebten M500 und gehört nicht nur zu den schnellsten, sondern auch zu den günstigsten SSDs auf dem Markt. Für 256 GByte müssen Sie gerade einmal 160 Euro ausgeben, günstiger kommen Sie aktuell kaum an eine SSD.

Tempolimit

Die gefühlte Geschwindigkeit von SSDs unterscheidet sich im Alltag faktisch nicht. Die Performanceunterschiede zwischen den einzelnen Modellen auf dem Markt sind letztlich nur messbar, spielen in der Praxis allerdings keine Rolle. Dennoch gilt die Faustregel: Je größer eine SSD ist, desto schneller arbeitet sie. Das lässt sich in Benchmarks auch bestätigen, bleibt im täglichen Betrieb aber ebenso unbemerkt.

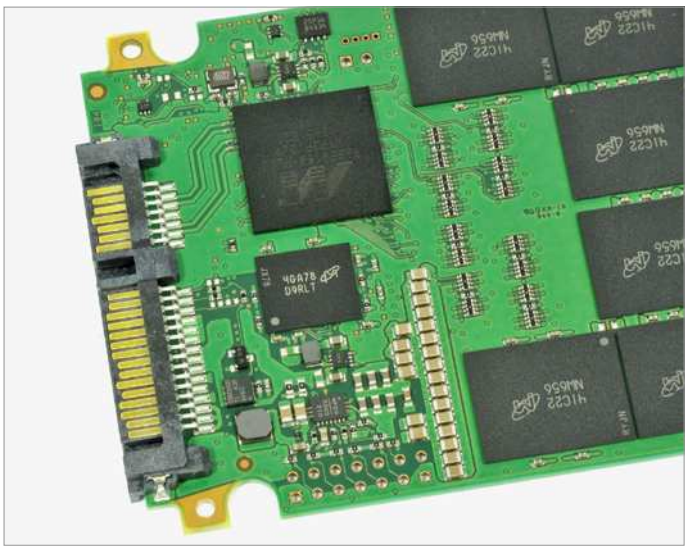
Hinzu kommt, dass alle SATA-6GB/s-SSDs in ein technisch bedingtes Tempolimit laufen. Die maximale Datendurchsatzrate des SATA-6GB/s-Ports von etwa 500 MByte/s ist erreicht, daher etablieren sich aktuell neue Schnittstellen, die wieder für höheres Tempo sorgen sollen.

Kleiner Stecker

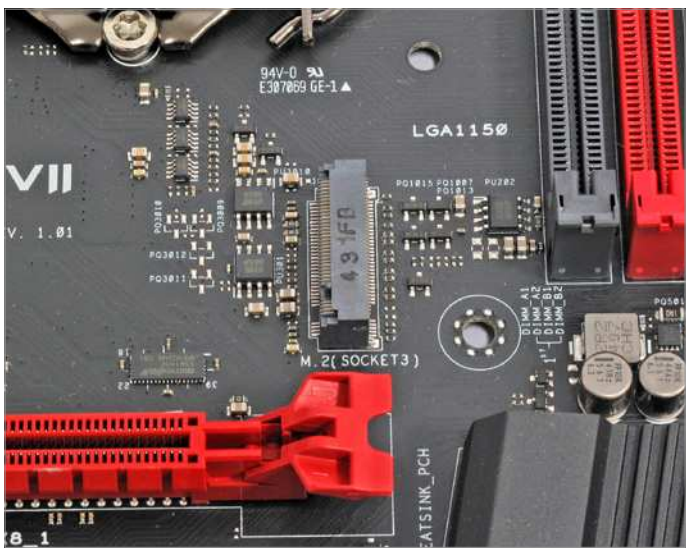
Besonders wichtig ist in diesem Zusammenhang der M.2-Slot, zu sehen im Bild unten rechts. Dieser erlaubt maximale Transferraten von etwa einem Gigabte pro Sekunde. Angebunden werden SSDs, die diesen Port nutzen, über die PCI-Express-Lanes.

Aktuell sind solche SSDs noch wenig verbreitet und vergleichsweise teuer, die Preise werden im Laufe des Jahres aber fallen und somit auch für Endkonsumenten attraktiv werden. Die alternative Schnittstelle SATA-Express spielt keine große Rolle und ist aus unserer Sicht nicht empfehlenswert. *(mp)*

Solid State Disks sind stark im Preis gefallen und werden damit für jedermann erschwinglich. 120 GByte gibt es bereits ab 80 Euro im Handel.



Je nach Kapazität der SSD finden sich im Gehäuse unterschiedlich viele Speicherchips. Der Controller sitzt ebenfalls auf der Platine und ist in der Bildmitte zu sehen.



Der M.2-Slot stellt den Nachfolger des regulären SATA-Ports dar und bietet eine doppelt so hohe Datendurchsatzrate – knapp ein Gigabyte pro Sekunde.

MMO- und MOBA-PC

Um aktuelle Spiele in hohen Details und Full HD ruckelfrei spielen zu können, müssen Sie kein Vermögen ausgeben. Wir zeigen Ihnen, wie Sie einen günstigen und dennoch performanten PC bauen.

Wenn Geld keine Rolle spielt, ist es kinderleicht, einen pfeilschnellen Spielerechner zusammenzustellen und zu bauen. Die große Kunst ist es, auch mit einem begrenzten Budget die maximale Leistung aus dem zur Verfügung stehenden Kapital zu schlagen. Full HD ist heute der Quasi-Standard, nur relativ wenige Spieler setzen momentan auf höhere oder niedrigere Auflösungen. Wir haben versucht, für möglichst kleines Geld einen Gaming-PC zusammenzustellen, der ausreichend Performance für aktuelle Titel in 1.920 x 1.080 und hohen Details bietet – in vielen Fällen sogar mit Kantenglättung!

Roter Renner

Nein, die Zwischenüberschrift spielt nicht auf die italienische Sportwagenmarke mit dem Pferd an, sondern auf den von uns in diesem PC eingesetzten Prozessor, dabei handelt es sich streng genommen um eine APU und zwar den AMD A10-7850K, Codename „Kaveri“. Dies stellt das Topmodell der Baureihe mit einem Turbotakt von 4,0 Gigahertz dar, der Standardtakt liegt bei 3,7 Gigahertz. Den Chip kombinieren wir mit acht Gigabyte Arbeitsspeicher, die Hälfte wäre zwar günstiger, in unseren Augen aber nicht mehr zeitgemäß. Hinzu kommt, dass die Speicherpreise ohnehin im erträglichen Rahmen liegen. Achten Sie beim Kauf darauf, dass das RAM mindestens eine Taktfrequenz von 2.133 Megahertz aufweist, idealerweise sogar 2.400 MHz. Zwar funktioniert auch langsamerer Speicher, allerdings führt dessen Einsatz zu einem messbaren Leistungsverlust, weshalb es sich lohnt, die Investition in höherwertiges RAM zu tätigen. Acht Gigabyte DDR3-2.400er-Speicher sind bereits ab etwa 60 Euro erhältlich.

Grafikpower

Um aktuelle Spiele auf Tempo zu bringen, braucht es natürlich mehr als einen fixen Vierkernprozessor. Deshalb stellen wir dem AMD A10-7850K eine Radeon R9 270 zur Seite. Grafikkarten mit diesem Chip kosten nur etwa 170 Euro und liefern dafür eine sehr gute Performance ab. Zudem unterstützen sie die neue Grafikschnittstelle von AMD namens Mantle. Zwar ist diese bislang nur in den Spielen Battlefield 4 und Thief vertreten, allerdings haben auch andere Hersteller angekündigt, diese API zu unterstützen.

Im Gegensatz zu Microsofts Direct X arbeitet die API wesentlich hardwarenäher, das soll eine erhöhte Performance bringen, was in vielen Fällen auch stimmt. Wie groß der Leistungsvorsprung allerdings tatsächlich ausfällt, lässt sich nicht pauschalisieren. Auf jeden Fall hat die R9 270X genug Reserven, um aktuelle Spiele in hohen Details und Full HD flüssig darzustellen. In extremen Hardwarefressern wie Crysis 3 müssen Sie eventuell auf Post-Processing-Kantenglättung wie FXAA zurückgreifen, beim Großteil der Spiele aber ist echtes hardwareseitiges MSAA möglich.

Zwar sind auch günstigere Grafikkarten auf dem Markt erhältlich, die aktuelle Spiele in Full HD auf ruckelfreie Bildwiederholraten beschleunigen, für die Zukunft sind Sie mit einem Pixelbeschleuniger vom Niveau der Radeon R9 270X aber wesentlich besser gerüstet.

Freiraum

Damit Ihre Hardware auch eine angemessene Behausung hat, haben wir auf das Fractal Design Define R4 in der PCGH-Edition gesetzt. Neben einer hochwertigen Verarbeitung aus Aluminium, Stahl und Kunststoff ist das Gehäuse zudem bereits ab Werk gedämmt: Damit werden Schwingungen gedämpft und Schallwellen abgemildert, was zu einer deutlichen Geräuschreduktion führt. Ideal also für geräuschempfindliche Naturen.

Die Stromversorgung wird von einem Be quiet Pure Power mit einer Nennleistung von 430 Watt gesichert. Dies ist mehr als genug Leistung für unser System und garantiert einen stabilen Betrieb. Dank 80-Plus-Bronze-Zertifizierung ist auch ein energieeffizienter und damit leiser Betrieb gesichert.

Damit es im Gehäuse auch ordentlich bleibt und keine überflüssigen Kabel im Weg herumliegen, haben wir uns für die Variante mit Kabelmanagement entschieden. So haben Sie die Möglichkeit, nur die Strippen anzuschließen, die Sie auch wirklich im Rechner benötigen. *(tl)*

Die Rollenspielwelt geht online: Auch das beliebte Elder-Scrolls-Universum dürfen Sie mittlerweile im Internet durchstreifen.

Kaveri-Einsteiger-PC für etwa 800 Euro

Komponente		Hersteller und Produkt	PCGH-Preisvergleich	Preis
Grafikkarte		MSI R9 270X Hawk GPU: Curacao XT Taktrate: 1.150/2.900 MHz	www.pcgh.de/preis/1013432	€ 190,-
Prozessor		AMD A10-7850K Kerne: Vier Taktrate: 3,7 bis 4,0 GHz	www.pcgh.de/preis/1050011	€ 150,-
CPU-Kühler		AMD Boxed Lüfter: 92 Millimeter Befestigung: Halteklammer	-	-
Mainboard		MSI A88XM Gaming Chipsatz: A88X Ausstattung u. a. USB 3.0, SATA-6GB/s	www.pcgh.de/preis/1060295	€ 100,-
Arbeitsspeicher		G.Skill Trident X Taktrate: 2.400 MHz Timings: 10-12-12-31	www.pcgh.de/preis/764626	€ 65,-
SSD		Crucial M500 Kapazität: 120 GByte Cotroller: Marvell	www.pcgh.de/preis/889880	€ 60,-
HDD		Toshiba DT01ABA Kapazität: 2,0 TByte Geschwindigkeit: 7.200 U/min	www.pcgh.de/preis/869720	€ 70,-
Netzteil		Be quiet Pure Power Nennleistung: 430 Watt Effizienz: 80 Plus Bronze	www.pcgh.de/preis/ 679523	€ 50,-
Gehäuse		Fractal Design R4 PCGH-Edition 5,25-Zoll-Schächte: 2x vorhanden 3,5-Zoll-Schächte: 8x vorhanden	www.pcgh.de/preis/853349	€ 90,-
Summe				**€ 775,-**
Upgrade-Optionen		Sapphire Radeon R9 280X Vapor-X	www.pcgh.de/preis/1012420	+ € 90,-
		Crucial M500 SSD 240 GByte	www.pcgh.de/preis/889882	+ € 30,-
Summe				**€ 895,-**

Leistung für jeden Tag

Starke Performance zum günstigen Preis: Die Xeon-Prozessoren von Intel stellen eine echte Alternative zu den Core-7-Modellen dar, insbesondere wenn Übertakten keine Rolle spielt.

Im Herbst ist es laut Rockstar endlich so weit: GTA V erscheint auch für unsere Lieblingsplattform. Mit dieser Hardwarekombi läuft das Epos wahrscheinlich flüssig.

Klassischerweise greifen viele Spieler, die Wert auf Höchstleistung legen, zu Intel-Core-i-Prozessoren mit K-Suffix. Dies steht für einen freien Multiplikator und damit einfache Übertaktbarkeit.

In vielen Fällen jedoch wird diese Funktion gar nicht benötigt, da aktuelle CPUs ohnehin mehr als genug Leistung liefern, ohne dass es einer Übertaktung bedarf. Der von Intel verlangte Aufschlag für dieses Feature könnte also beim Kauf eingespart werden. Doch was sind eigentlich die Alternativen?

Arbeitstier

Wir haben uns für den Xeon 1230v3 entschieden, der ursprünglich als Server-Prozessor gedacht ist. Dieser liefert eine ähnlich hohe Leistung wie ein deutlich teurerer Intel Core i7 4770K, lässt sich allerdings nicht übertakten und auch eine integrierte Grafikeinheit fehlt. In unseren Augen stellt dies jedoch keinen Nachteil dar, da ohnehin eine separate GPU verwendet wird und die Leistung auch ohne Taktsteigerungen für alle aktuellen und kommenden Spiele hoch genug ist.

Hinzu kommt, dass wir so auf ein günstigeres Mainboard mit dem H97-PCH zurückgreifen können, da die Overclocking-Features des teureren Oberklasse-PCH Z97 ohnehin nicht benötigt werden. Außerdem hat die Erfahrung gezeigt, dass auch viele günstigere Motherboards auf H97-Basis einige Über-

taktungsmöglichkeiten bieten, die Option bleibt also erhalten. Denn auch die Xeon-Prozessoren lassen sich über den Referenztakt und die Turbofunktion in einem – wenn auch sehr geringen – Maße übertakten. Zu große Erwartungen sollten Overclocking-Freunde aber nicht an die Xeons stellen, denn für diese Zwecke sind die CPUs nicht konzipiert.

Grafikpracht

Natürlich macht eine schnelle CPU alleine noch keinen schnellen Rechner, da gehört schon mehr dazu, insbesondere die Grafikkarte hat einen enorm großen Einfluss auf die Gesamtperformance des PCs. Daher setzen wir in unserem Xeon-Gaming-System auf die sehr schnelle Radeon R9 280X.

Speziell haben wir uns für das Modell Vapor-X R9 280X von Sapphire entschieden. Dieses bietet nicht nur erhöhte Taktraten, was in spürbar höherer Spieleleistung resultiert, sondern zudem auch noch einen leisen Kühler mit gleich drei Lüftern. Damit bleiben auch die Temperaturen des Pixelbeschleunigers stets im grünen Bereich.

Leistungstechnisch muss sich die Karte nicht verstecken. Aktuelle Titel wie etwa Battlefield 4 laufen problemlos in Full HD bei maximalen Details und aktivierter Kantenglättung. Zwar liefern Konkurrenten wie beispielsweise eine Geforce GTX 780 Ti nochmals deutlich höhere Frameraten, kosten aber gleichzeitig auch ein Vielfaches und stellen für unseren Xeon-PC daher keine sinnvolle Lösung dar.

Schnelle Ladezeiten

Nach Grafikkarte und Prozessor sorgt vor allem die SSD für eine hohe Arbeitsgeschwindigkeit und kurze Ladezeiten. Die Flashspeicher sind in den vergangenen Jahren stark im Preis gefallen und gehören in unseren Augen mittlerweile in jeden modernen Spielerechner. Modelle mit 120 GByte Speicherplatz sind bereits ab etwa 60 Euro erhältlich, wir haben in unserem Bauvorschlag auf die doppelte Kapazität gesetzt, hierfür müssen etwa 90 Euro veranschlagt werden. Die Crucial MX100 bietet somit ausreichend Platz für das Betriebssystem und einige Lieblingsspiele. Wer noch etwas mehr Geld ausgeben kann, der investiert am besten gleich rund 150 Euro und bekommt eine 512 GiByte große SSD für sein Geld. Auf einer solchen ist dann ausreichend Platz, auch für eine größere Spielesammlung inklusive Betriebssystem.

Als Datenspeicher für die Mediensammlung bestehend aus Musik, zahlreichen Filmen und Serien sowie Fotos empfehlen wir eine klassische Magnetfestplatte mit 2,0 TByte Speicherplatz. Diese sind günstig erhältlich und bieten viel Platz, auch für hamsternde Medienhorter. Die Geschwindigkeit ist bei einer reinen Sicherungsfestplatte nur von untergeordneter Bedeutung. Schnell genug, um auch HD-Filme flüssig abzuspielen, ist das von uns empfohlene Modell allemal.

Leisetreter

Damit Ihnen beim Zocken nicht die Ohren abfallen, setzen wir beim CPU-Kühler auf den EKL Alpenföhn Brocken Eco, der erst seit Juli 2014 auf dem Markt erhältlich ist. Für nur 35 Euro bietet der Turmkühler eine hervorragende Kühlleistung bei gleichzeitig geringer Lautstärke. Bei guter Gehäusebelüftung können besonders geräuschempfindliche Naturen mit diesem Modell den Prozessor sogar passiv kühlen, indem auf den beigelegten 120-Millimeter-Ventilator verzichtet wird. Ebenfalls vorteilhaft sind die geringen äußeren Abmessungen: Selbst in sehr kompakten Gehäusen findet der EKL Alpenföhn Brocken Eco immer noch ausreichend Platz. *(lil)*

Der Multiplayer-Shooter Battlefield 4 vom schwedischen Entwickler DICE gehört zu den grafisch anspruchsvollsten Titeln. Unser Xeon-PC meistert ihn mühelos.

Xeon-Gaming-PC für etwa 1.000 Euro

Komponente		Hersteller und Produkt	PCGH-Preisvergleich	Preis
Grafikkarte		Sapphire Radeon R9 280X Vapor-X GPU: Tahiti XTL Taktraten: 1.070/3.100 MHz	www.pcgh.de/preis/1012420	€ 280,-
Prozessor		Intel Xeon 1230v3 Kerne: Vier Takt: 3,3 bis 3,7 GHz	www.pcgh.de/preis/954057	€ 200,-
CPU-Kühler		EKL Alpenföhn Brocken Eco Lüfter: 120 Millimeter Befestigung: Verschraubung	www.pcgh.de/preis/912549	€ 35,-
Mainboard		Asrock H97 Performance Chipsatz: H97 Ausstattung u. a. Crossfire, 6x SATA 6 GB/s	www.pcgh.de/preis/1106900	€ 85,-
Arbeitsspeicher		Corsair Vengeance Kitgröße: 2 x 4 GByte Geschwindigkeit: DDR-1.600 @ CL9	www.pcgh.de/preis/590599	€ 70,-
SSD		Crucial MX100 Größe: 240 GByte Controller: Marvell	www.pcgh.de/preis/889882	€ 90,-
HDD		Toshiba DT01ABA Größe: 2,0 TByte Drehzahl: 7.200 U/min	www.pcgh.de/preis/869720	€ 70,-
Netzteil		Fractal Design Newton R3 Nennleistung: 600 Watt Effizienz: 80 Plus Platinum	www.pcgh.de/preis/815663	€ 110,-
Gehäuse		LC-Power Pro-930W Alliance 5,25-Zoll-Schächte: 2x vorhanden 3,5-Zoll-Schächte: 5x vorhanden	www.pcgh.de/preis/1070108	€ 40,-
Summe				**€ 980,-**
Upgrade-Optionen		MSI R9 290 Gaming	www.pcgh.de/preis/1054251	+ € 80,-
		Crucial M500 480 GByte	www.pcgh.de/preis/889883	+ € 90,-
Summe				**€ 1.150,-**

Kompromisslos stark

Unser High-End-Eigenbau-PC basiert auf dem Sockel 2011 und bietet Enthusiasten und Leistungshungrigen nur das Beste vom Besten – das hat allerdings seinen Preis.

Der Open-World-Hit Watch Dogs gehört zweifelsfrei zu den hardwarehungrigsten Titeln 2014, insbesondere wenn wie im Bild die „Worse Mode" verwendet wird.

Wenn absolute Höchstleistung gefragt ist und Geld keine Rolle spielt, dann stellt unser Spitzenklasse-PC eine interessante Alternative für Sie dar. Bei der Auswahl der Komponenten haben wir maximale Performance zum wichtigsten Merkmal erkoren und Aspekte wie etwa den Preis hintangestellt. Alle verwendeten Bauteile werden höchsten Anforderungen gerecht und gehören zum Besten, was der Markt zu bieten hat.

Dort, wo es sinnvoll ist, weisen wir aber auch stets auf andere mögliche Optionen hin, die ähnlich viel Leistung liefern, aber zu erträglicheren Preisen verfügbar sind. Viel Spaß beim Durchstöbern der Komponentenliste.

Kraft der sechs Kerne

Der Intel Core i7-4960X mit seinen sechs Kernen und zwölf Threads stellt aktuell die Speerspitze der Desktop-Prozessoren dar. Mit einer Taktrate von 3,6 Gigahertz (4,0 Gigahertz-Boost-Takt) und den zahlreichen Rechenwerken liefert die CPU nicht nur in Spielen Top-Werte in den Benchmarks, sondern auch in rechenintensiven Anwendungen wie Videoschnitt oder Bildbearbeitung: Dort zahlen sich die zusätzlichen Kerne enorm aus.

Mit einem Preis von etwa 750 Euro lässt sich Intel diese rohe Leistung aber auch saftig bezahlen. Nur unwesentlich langsamer, dafür aber spürbar günstiger ist der kleine

Bruder Core i7-4930K. Dieser hat zwar einen niedrigeren Takt, verfügt aber ebenfalls über sechs Kerne und kostet zudem nur 470 Euro – fast 300 Euro weniger als der Core i7-4960X.

Pixelschubser

Auch bei der Grafikkarte haben wir nicht gekleckert, sondern geklotzt: Die Geforce GTX 780 Ti liefert in Spielen absolute Höchstleistung und wird höchstens durch die nur schlecht verfügbare GTX Titan Black aus demselben Haus übertroffen. Ähnlich wie ihr Vorgänger GTX Titan schießt diese mit einem Preis von 900 Euro den Vogel ab. Die von uns vorgesehene Asus Geforce GTX 780 Ti Matrix kostet zwar ebenfalls stolze 800 Euro, liefert dank Übertaktung aber noch bessere Leistung als die GTX Titan Black. Mit diesem Grafikmonster sind Sie auch für hohe Auflösungen wie WQHD vorbereitet, einige Titel lassen sich sogar in 4K-Ultra-HD flüssig spielen.

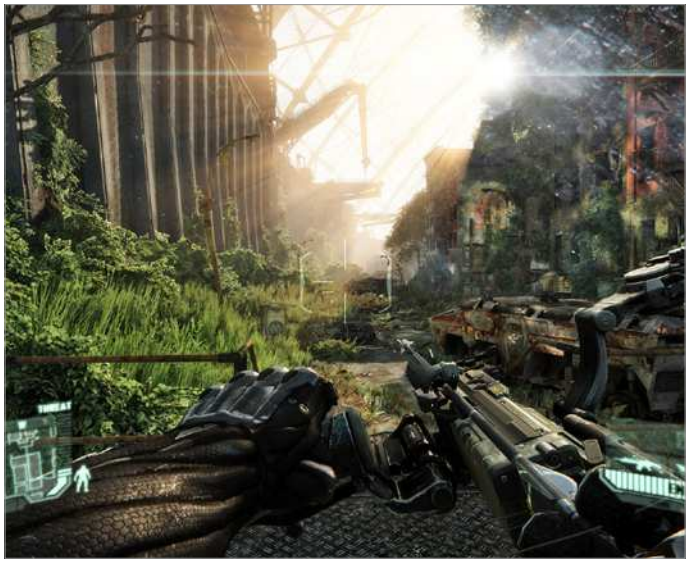
Wer nicht ganz so horrende Summen in die Grafikkarte investieren möchte, aber trotzdem für hohe Auflösungen wie 2.560 x 1.440 gerüstet sein will, der greift zu einer Radeon R9 290X. Diese sind bereits ab etwa 450 Euro erhältlich und nur wenig langsamer als die anderen von uns genannten Modelle. Im Gegensatz zu den Nvidia-Grafikkarten können Sie mit einer AMD-Grafikkarte auch die neue Schnittstelle „Mantle“ nutzen.

Bislang ist diese aber nur in Battlefield 4 und Thief verfügbar. Wir bei der PCGH verfolgen die Entwicklung der API dennoch gespannt. Vor dem Kauf sollten Sie zudem genau prüfen, ob es sich um ein R9-290X-Modell mit Referenzlüfter handelt: Diese sind nämlich viel zu laut. Die mittlerweile gut verfügbaren Custom-Designs kühlen den hitzköpfigen Chip nicht nur besser, sondern auch leiser. Alternativ können Sie den Kühlkörper auch selber austauschen. Eine Anleitung dazu finden Sie auf der Heft-CD. In zwei HD-Videos zeigen wir Ihnen, wie Sie den Referenzlüfter demontieren und gegen ein Nachrüstmodell austauschen. Als Beispielgrafikkarte haben wir eine Radeon R9 290(X) gewählt. Das Prinzip bleibt aber immer gleich.

Schwarz und stark

Das Asus Rampage IV Black Edition stellt die Crème de la Crème der Sockel-2011-Mainboards dar. Es bietet alles, was sich der ambitionierte Spieler und Übertakter wünscht: Quad-Channel-Arbeitsspeicher wird unterstützt, bis zu vier Grafikkarten von Nvidia oder AMD finden ihren Platz auf der Platine und insgesamt können zehn SSDs, HDDs oder optische Laufwerke angeschlossen werden, sechs davon sogar nach dem schnellen SATA-6Gb/s-Standard.

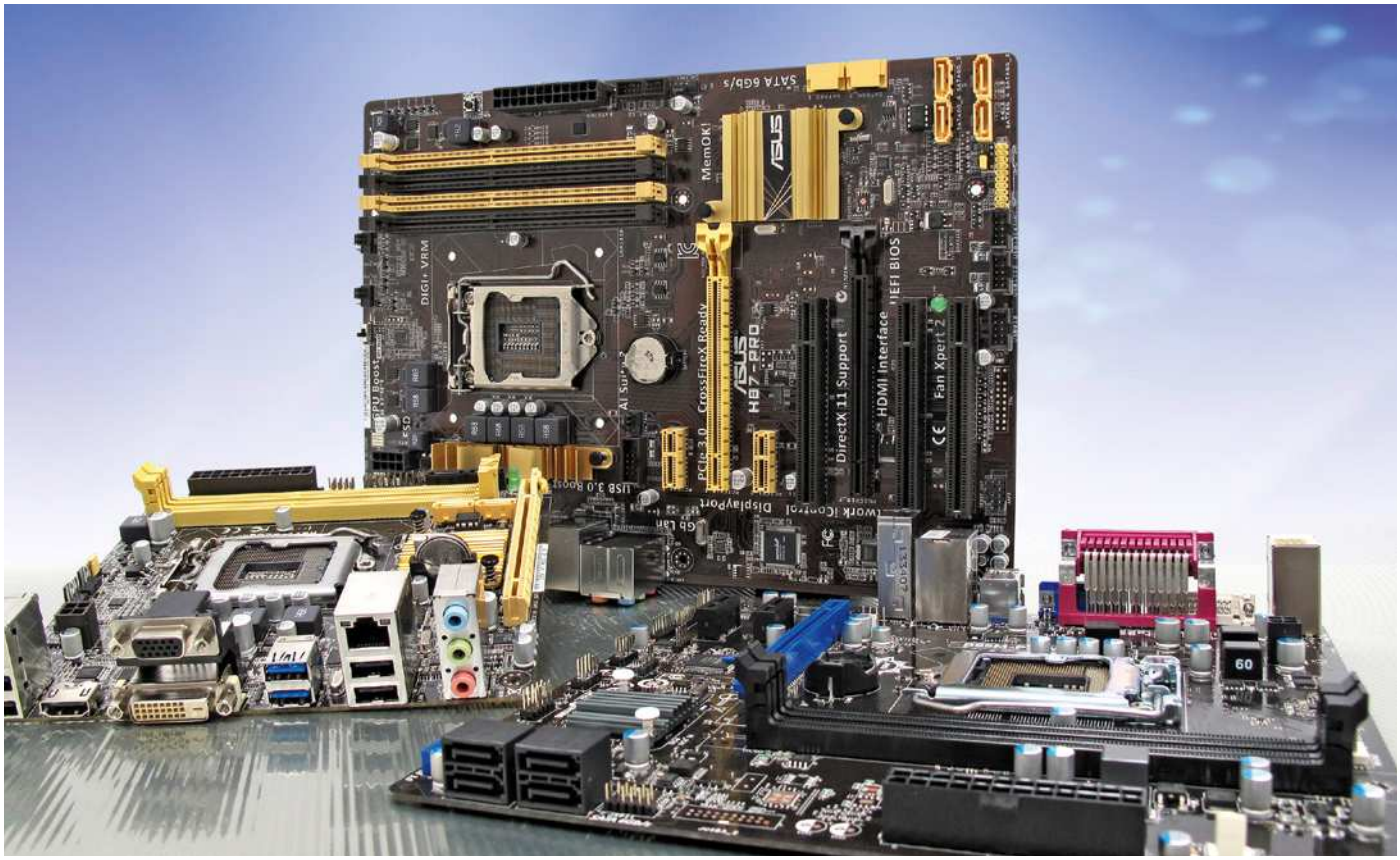
Die größten Stärken der Platine liegen in ihrer extremen Flexibilität. Übertakter dürfen aus einer enormen Vielzahl an Optionen wählen, um das absolute Maximum an Leistung aus der CPU und dem gesamten System zu kitzeln. Sogar Extrem-Overclocker, die mit flüssigem Stickstoff als Kühlmittel arbeiten, werden glücklich: Der spezielle LN2-Modus etwa hilft dabei, den sogenannten „Cold-Boot-Bug“ zu umgehen. Bei diesem startet der Prozessor aufgrund zu niedriger Temperaturen nicht mehr, weshalb die CPU erst wieder mit einem Föhn angewärmt werden muss, bevor ein Neustart möglich ist. Der LN2-Mode umgeht dieses Problem, indem er kurzzeitig die Prozessorspannung stark erhöht, um die Temperaturen so in bootbare Bereiche zu bringen. Ebenfalls klasse ist das OC-Panel, mit dem sich zahlreiche Einstellungen anpassen lassen, ohne ins UEFI gehen zu müssen. Diese Flexibilität hat aber auch ihren Preis: Etwa 330 Euro werden für das Board fällig. *(lil)*



Der Edel-Shooter Crysis 3 zwingt nahezu jeden PC in die Knie, insbesondere in der extremen 4K-Auflösung mit aktiviertem Supersampling.

Der PC für rund 2.800 Euro im Überblick

Komponente		Hersteller und Produkt	PCGH-Preisvergleich	Preis
Grafikkarte		Asus ROG Geforce GTX 780 Ti Matrix GPU: GK 110b „Kepler“ Taktraten: 928/3.506 MHz	www.pcgh.de/preis/1087757	€ 800,-
Prozessor		Intel Core i7-4960X Kerne: Sechs Taktrate: 3,6/4,0 GHz	www.pcgh.de/preis/993664	€ 720,-
CPU-Kühler		Enermax Liqtech 240 Lüfter: 2x 120 Millimeter Befestigung: Verschraubung	www.pcgh.de/preis/1019191	€ 90,-
Mainboard		Asus Rampage IV Black Edition Chipsatz: X79 Ausstattung u. a. OC-Panel, Quad-GPU	www.pcgh.de/preis/1024617	€ 330,-
Arbeitsspeicher		Corsair Dominator XMS3 Kitgröße: 4x 4 Gbyte Geschwindigkeit: DDR3-2.133 @ CL9	www.pcgh.de/preis/824752	€ 220,-
SSD		Plextor M5 Pro Größe: 512 GByte Controller: Marvell	www.pcgh.de/preis/820176	€ 320,-
HDD		Western Digital Black Größe: 2,0 TByte Geschwindigkeit: 7.200 U/min	www.pcgh.de/preis/1010400	€ 120,-
Netzteil		Enermax Revolution Xt Nennleistung: 730 Watt Effizienz: 80 Plus Gold	www.pcgh.de/preis/1015783	€ 100,-
Gehäuse		Enermax iVektor 5,25-Zoll-Schächte: 3x vorhanden 3,5-Zoll-Schächte: 7x vorhanden	www.pcgh.de/preis/998409	€ 60,-
Summe				**€ 2.760,-**
Upgrade-Optionen		Zweite Grafikkarte	www.pcgh.de/preis/1087757	+ € 800,-
		Enermax Revolution 87+ 1000W	www.pcgh.de/preis/718288	+ € 70,-
Summe				**€ 3.630,-**



Basismaßnahmen

Prozessor und Motherboard sind die wichtigsten Komponenten im Spiele-Rechner. Beim Aufrüsten lohnt es sich daher, auf ein Kombi-Upgrade zu setzen. Wir zeigen, worauf Sie achten müssen.

Noch in den frühen 2000er-Jahren waren sogenannte „Aufrüstkits" ein echter Verkaufsschlager, heute sind diese Produkte eher in Vergessenheit geraten, haben aber durchaus noch ihre Berechtigung. Insbesondere für weniger erfahrene PC-Bastler kann diese Lösung ein spannender Einstieg in die Welt der Gaming-Hardware sein.

Einmal Performance, bitte!

Aber was ist so ein „Aufrüstkit" eigentlich genau? Traditionell besteht es aus den drei „großen" Bauteilen eines jeden Rechners: Motherboard, Arbeitsspeicher und Hauptprozessor. Diese werden bereits passend konfiguriert und vormontiert verkauft, lediglich die Endmontage ins Gehäuse muss noch vom Anwender durchgeführt werden. Wir gehen in diesem Sonderheft gesondert auf die Komponente RAM ein, weshalb wir uns in diesem Special auf die Kombination „Mainboard und Prozessor" fokussieren.

Gelungen kombiniert

Wenn der Arbeitsspeicher einen eigenen Artikel bekommt, warum dann nicht auch Prozessor und Hauptplatine, mag sich mancher nun fragen? Die Antwort ist simpel: Sowohl CPU als auch Mainboard sollten genau aufeinander abgestimmt sein, weshalb es sinnvoll ist, beide Komponenten im Paket zu erwerben. Ein einfaches CPU- oder Motherboard-Upgrade bringt nämlich häufig nicht den erwünschten Leistungszuwachs. In den meisten Fällen ist es die bessere Wahl, auf eine neue Plattform auszuweichen, anstatt lediglich die Hauptrecheneinheit auszutauschen. Damit kommen wir auch schon zu der spannenden Frage: Welcher Prozessor passt zu welchem Sockel? Und: Lohnt sich ein solches Upgrade überhaupt für mich?

Sockelfrage

In unserem Artikel „Leistungsanalyse" haben wir genau aufgezeigt, wie groß die Performanceunterschiede zwischen gängigen Hardwarekomponenten wirklich sind. Anhand dieser können Sie leicht ausmachen, ob sich ein Aufrüsten für Sie lohnt oder nicht. Schlagen Sie in unseren Matrizen nach, wie groß der zu erwartendende Leistungsgewinn ist, und setzen diesen in Relation zu dem von Ihnen veranschlagten Kapital. So erkennen Sie ganz leicht, ob das Upgrade gerechtfertigt ist oder eben nicht.

Machen Sie sich am besten schon vor dem Aufrüsten klar, wie viel Prozent Mehrleistung die neuen Bauteile bringen sollen oder müssen. Wenn nur ein paar Prozent zum flüssigen Spielgefühl fehlen, reicht es oftmals aus, ein wenig Feintuning am eigenen Rechner zu leisten. Zahlreiche Tipps lesen Sie im umfangreichen Aufrüstteil in diesem Heft.

Wir geben Ihnen auf den folgenden Seiten erst mal einen Überblick über aktuelle Systemplattformen und die jeweils spannenden Prozessoren, die gut dazu passen.

Lohnt sich das Upgrade?

Keine Frage: Wer im Jahr 2014 immer noch auf ein Sockel-775-System von Intel oder auf ein Sockel-939-System von AMD setzt, der muss dringend aufrüsten, um auch nur ansatzweise flüssig spielen zu können – zumindest bei modernen Titeln wie beispielsweise dem Goat Simulator oder auch Battlefield 4 und Konsorten.

Mit einem solchen System lohnt sich ein reines CPU-Upgrade auf keinen Fall, selbst die schnellste Sockel-775-CPU, ein QA9770, ist für aktuelle Spiele nicht ausreichend schnell und zudem kaum noch erhältlich. Daher ist es deutlich sinnvoller, auf einen neuen Sockel und damit auch auf ein neues Mainboard zu setzen.

High-End-Upgrade

Wer höchste Leistung bevorzugt, sollte einen Blick auf den High-End-Sockel von Intel werfen, den LGA 2011. Dieser unterstützt auch schnelle Sechskern-Prozessoren wie den Core i7-4960X. Mit einem Preispunkt von weit über 700 Euro dürfte dieses Spitzenklassemodell aber nur für wenige Käufer erschwinglich sein. Interessanter ist das nächstkleinere Modell, der Intel Core i7-4930K für etwa 500 Euro, welcher ebenfalls über eine hohe Leistung und einen freien Multiplikator für ausgedehnte Übertaktungsversuche verfügt.

Auch die Mainboards mit Sockel 2011 sind eher im hochpreisigen Segment angesiedelt. Unser Spitzenreiter in dieser Kategorie, das Asus Rampage IV Black Edition ist zwar extrem umfangreich ausgestattet und hoch performant, kostet aber auch jenseits der 300 Euro. Daher sind Ivy-Bridge-E-Systeme wirklich nur für Enthusiasten interessant, die stets höchste Performance wünschen und zusätzlich über den entsprechenden Geldbeutel verfügen, um dies auch finanzieren zu können. Außerdem gilt es zu bedenken, dass noch in diesem Jahr ein Nachfolger auf den Markt kommen wird, der Sockel 2011-3, welcher zum bisherigen Sockel 2011 inkompatibel sein wird. Potenzielle Interessenten sollten also entweder auf günstige Angebote zurückgreifen oder aber etwas Geduld beweisen und erst nach Veröffentlichung des neuen Sockel 2011-3 aufrüsten. Gegen Ende des dritten Quartals ist mit dem Release der Haswell-E-Generation zu rechnen.

Upgrade mit Vernunft

Wer keine absolute Höchstleistung benötigt, kann beim Aufrüsten viel Geld sparen. Aktuell lohnt es sich, auf den Sockel 1150 von Intel zu setzen. Die verfügbaren Prozessoren kosten zum Teil nur einen Bruchteil der teureren Sockel-2011-Alternativen, leisten dabei im Spielebetrieb nur unwesentlich weniger.

Betrachten wir zum Beispiel die schnellste verfügbare CPU für den Sockel 1150, den Intel Core i7-4790K, stellen wir fest, dass dieser im Schnitt gerade mal 6,8 Prozent langsamer arbeitet als der Intel Core i7-4960X. Die Preisdifferenz zwischen beiden Modellen beträgt hingegen knapp 600 Euro. Das bedeutet, Sie bezahlen für knapp sieben Prozent mehr Leistung einen Aufpreis von satten 190 Prozent!

Man muss nicht BWL studiert haben, um zu erkennen, welches Angebot hier deutlich preiswerter ist, ein Funken gesunder Menschverstand reicht aus. Hinzu kommt, dass die Haswell-Refresh-CPUs auch spürbar energieeffizienter arbeiten als ihre Ivy-Bridge-E-Konkurrenten, die noch auf einer zwei Generationen alten Mikroarchitektur basieren.

Ein weitere Pluspunkt für den Sockel 1150 ist die leichte Verfügbarkeit und die breite Produktpalette. In jedem Preisbereich finden sich interessante Produkte für unterschiedliche Leistungsansprüche. Eine Übersicht finden Sie in unserem Einkaufsführer „Prozessoren".

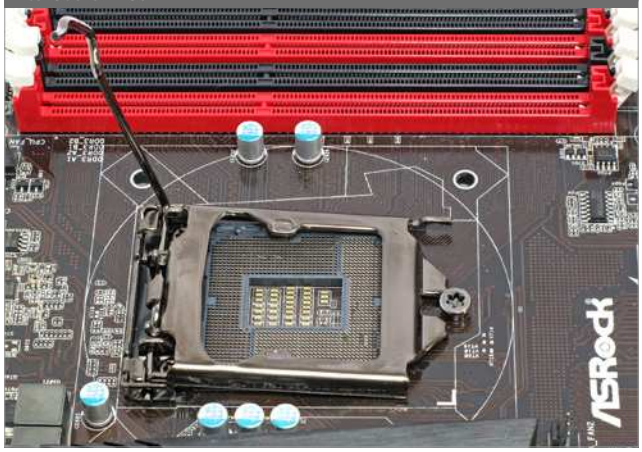
Mainboardvielfalt

Die Auswahl an Sockel-1150-kompatiblen Mainboards ist überwältigend. Zahlreiche Hersteller werben um die Gunst des Kunden. Preislich starten die Produkte bei etwa 40 Euro und enden bei über 300 Euro. Wir geben Ihnen daher einen Überblick über den Markt und sprechen Empfehlungen für unterschiedliche Nutzertypen aus, damit Sie ein passendes Board für Ihre Zwecke finden. Dazu gehen wir auf die diversen PCHs ein.

Richtig sockeln leicht gemacht

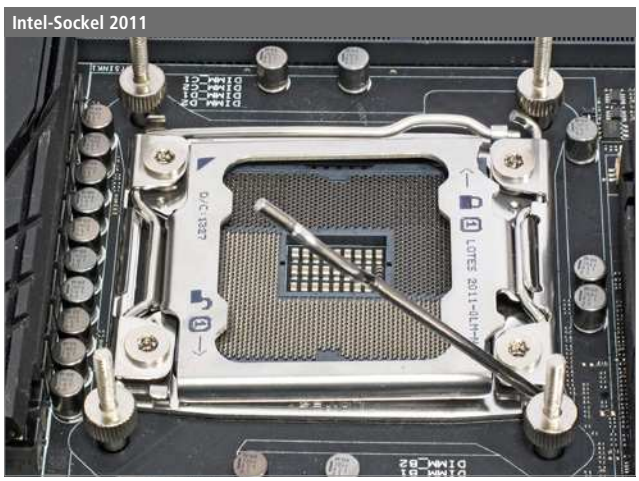
Der Hauptprozessor des Rechners ist ein äußerst filigranes Bauteil. Mit ein wenig Fingerspitzengefühl kann beim Einbau aber eigentlich nichts schiefgehen.

Intel-Sockel 1150



Sockel-1150-Mainboards besitzen eine Schraube auf der Platine. Damit kann die Prozessorhalterung per Druck auf den Hebel fixiert werden.

Intel-Sockel 2011



Der Intel-Sockel 2011 ist nach der Anzahl der Prozessorpins benannt, welche den Kontakt mit dem Mainboard herstellen.

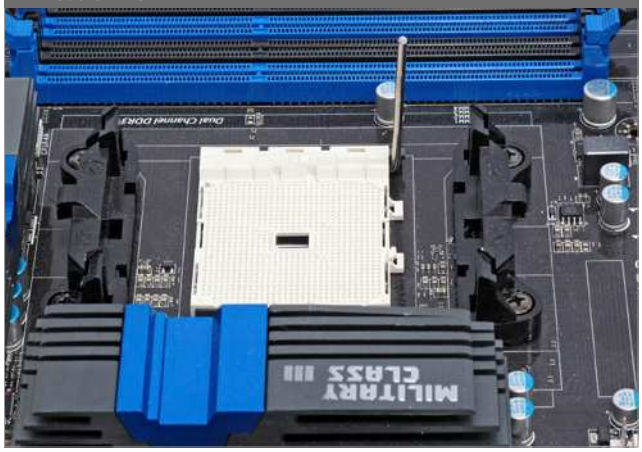
Intel-Sockel 2011

Im Gegensatz zu den Sockeln 1156, 1155 und 1150 müssen die CPUs mit zwei Hebeln befestigt werden. Diese lassen sich nur in einer Reihenfolge öffnen.

Sockelfrage

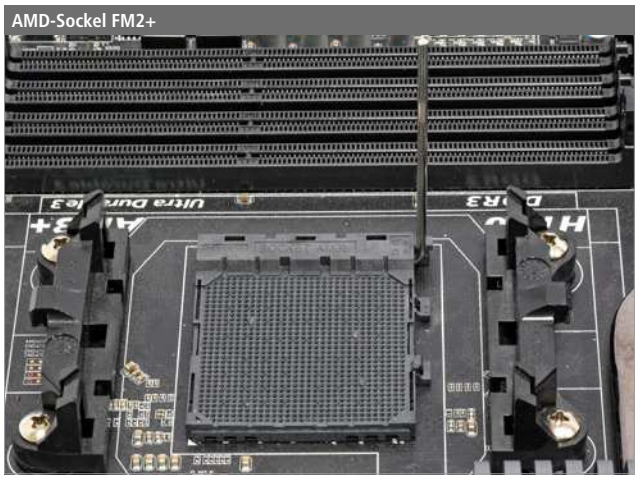
Die Montage der zentralen Recheneinheit unterscheidet sich je nach Sockel und Modell leicht. Unsere Bilder zeigen, worauf Sie bei der Montage der CPU achten müssen.

AMD-Sockel AM3+



Bei AMD-Prozessoren sind die Pins an der CPU und nicht am Sockel angebracht. Platzieren Sie die CPU vorsichtig in der Halterung, bevor Sie sie fixieren.

AMD-Sockel FM2+



Die eigentliche Prozessormontage erfolgt beim Sockel FM2+ genauso wie beim Sockel AM3+: CPU vorsichtig einsetzen und dann denn Hebel festdrücken.

AMD-Sockel FM2+

Die meisten CPU-Kühler für den Sockel FM2+ können ohne Werkzeug befestigt werden, nur mithilfe eines Hebels und einer Halteklammer.

Einsteigersegment

Die PCHs H81, B85 und Q85 sind eigentlich für Office-Rechner gedacht und bieten oftmals nur die nötigste Ausstattung, können aber für preisbewusste Spieler mit begrenztem Budget dennoch einen Blick wert sein. Preislich sind diese Modelle bereits ab etwa 40 Euro zu haben und stellen damit eine sehr günstige Basis für ein Sockel-1150-System dar.

Allerdings sind Sie mit diesen Modellen in der Prozessorwahl etwas eingeschränkt. Die neuesten Prozessoren der Haswell-Refresh- und Devil's-Canyon-Reihe sind in den meisten Fällen nicht kompatibel, weshalb Sie auf die klassischen Haswell-Modelle, etwa einen Core i5-4560 ausweichen müssen. Diese bieten aber immer noch eine gute Performance und sind durchaus einen Blick wert. Wer übertakten möchte, sollte diese Boards auf jeden Fall meiden: Overclocking ist mit diesen PCHs nicht möglich.

Wer aber ohnehin keine K-CPU oder einen Xeon einsetzen möchte, erfährt hierdurch keinen Nachteil. Prüfen Sie vor dem Kauf aber auf jeden Fall, ob die von Ihnen gewünschte CPU mit dem gewählten Mainboard kompatibel ist. Listen, die hierüber Aufschluss geben, finden sich auf den Webseiten der Mainboardhersteller.

Solide Mittelklasse

In diesem Segment finden sich wohl die vernünftigsten Aufrüstangebote. Repräsentiert werden sie durch die PCHs H87 und H97. Beide Chips sind sehr eng miteinander verwandt und sowohl mit Haswell-Prozessoren als auch mit den Nachfolgern Haswell Refresh und Devil's Canyon kompatibel. Aufgepasst: Bei manchen H87-Platinen kann ein BIOS-Update nötig sein. Ob dies für ihr gewünschtes Modell der Fall ist, lesen Sie auf der Herstellerwebseite nach.

Preislich unterscheiden sich die beiden PCHs kaum: Ab etwa 70 Euro bekommen Sie Modelle mit ordentlicher Ausstattung. Wer jetzt aufrüsten möchte, sollte tendenziell eher zum H97 greifen. Die Boards sind neuer und bringen einige Funktionen mit, die sich auf den H87-Platinen eher selten finden, dazu gehört vor allem die Unterstützung der besonders schnellen Speicherschnittstellen SATA-Express und M.2. Wer kein entsprechendes Laufwerk besitzt und auch nicht plant, in naher Zukunft auf ein solches aufzurüsten, kann beim Kauf ein paar Euro sparen.

Wer lieber zukunftssicher aufgestellt ist, achtet auf die Ausstattungsliste und setzt auf ein M.2-kompatibles Board. Freunde von Multi-GPU-Systemen achten bei der Auswahl auf Crossfire- und SLI-Kompatibilität, insbesondere auf die Aufteilung der PCI-Express-Lanes, denn in einigen seltenen Fällen, etwa beim Asrock H97-Pro4, steht nur dir Möglichkeit x16/x4 zur Verfügung, welche die Performance der zweiten Grafikkarte messbar einschränkt.

Wer kleinere Übertaktungsexperimente wagen möchte, kann sich guten Gewissens für ein H87- oder H97-Motherboard entscheiden. Zwar sind die Overclocking-Optionen nicht gar so zahlreich wie bei spezialisierten Platinen, bieten aber ausreichend Spielraum für ein vernünftiges 24/7-OC.

Gaming-Boliden

Speziell auf die Bedürfnisse von Spielern ausgerichtete Platinen sind meist im Oberklasse-Segment zu finden. Preislich fangen solche Motherboards bei etwa 100 Euro an, nach oben sind praktisch keine Grenzen gesetzt. Bezogen auf den Sockel 1150 finden sich hier vor allem die beiden PCHs Z87 und Z97. Wie schon bei den vorher geschilderten Modellen H87 und H97 sind die beiden Z-Varianten sehr eng miteinander verwandt.

Gaming-Platinen versuchen durch eine besonders hochwertige und umfangreiche Ausstattung zu punkten, aber aktuelle Trends zeigen, dass auch die Optik einen immer wichtigeren Punkt einnimmt. Casemodding ist längst keine Nische für Hardcore-Geeks mehr, auch Otto Normalspieler wünscht sich heutzutage sowohl einen schnellen als auch schicken Rechner. Die Trendfarben sind 2014 ganz klar Schwarz-Rot, der Großteil aller auf Gamer zugeschnittenen Produkte kommt mit einigen wenigen Ausnahmen,

Wasserkühlung? Das klappt auch mit dem Mainboard.

Auch ein Motherboard bedarf einer Kühlung. Einige Hersteller ermöglichen es mittlerweile, die Platine in eine Wasserkühlung zu integrieren.

Wer eine individuelle Wasserkühlung für den heimischen Spiele-Rechner zusammenstellt, versucht üblicherweise, möglichst alle Komponenten mit in den Kühlkreislauf einzubeziehen. Angefangen beim Prozessor über den RAM und die Grafikkarte bis hin zu den Festplatten. Das Mainboard jedoch bleibt in den meisten Fällen außen vor. Da in einem wassergekühlten System der Luftstrom häufig weniger stark ausgeprägt ist als in einem luftgekühlten Rechner, führt dies zu erhöhten Temperaturen der Spannungswandler und anderer Hitze entwickelnder Bauteile des Motherboards, etwa dem PCH.

Wer seinen Gaming-PC stark übertakten möchte, sollte aber für eine ausreichende Kühlung dieser Komponenten sorgen, denn zu heiße Spannungswandler können die Stabilität des Systems beeinträchtigen. Daher haben unter anderem Asus und MSI Hauptplatinen veröffentlicht, die Anschlüsse für eine modulare Wasserkühlung mitbringen. Damit können Enthusiasten auch das Mainboard selbst in den Kühlkreislauf integrieren und damit für wesentlich niedrigere Temperaturen der kritischen Bauteile auf der Platine sorgen.

Auch für Casemodder kann diese Option interessant sein. Denn erst wenn alle Komponenten in das Kühlkonzept einbezogen sind, wirkt der Spielerechner wie aus einem Guss. Übrigens: Wer auf eine Luftkühlung setzt, kann die fraglichen Mainboards natürlich auch benutzen, die Kühlkörper sind ausreichend groß dimensioniert, um auch ohne Flüssigkeitskühlung stabilen Betrieb zu gewährleisten.

etwa bei der Firma MSI oder in Einzelfällen auch Gigabyte, in diesem Farbschema daher.

Aber genug der Äußerlichkeiten: Welche inneren Werte machen ein Gamer-Mainboard aus? Hier spielen viele Faktoren eine Rolle, ein wichtiger Punkt ist die Möglichkeit, Multi-GPU-Systeme, bestehend aus zwei oder mehr Radeon- beziehungsweise Geforce-Grafikkarten, zu betreiben. Im Gegensatz zu den günstigeren Platinen mit H87- oder H97-PCH ist bei solchen Motherboards auch die PCI-Express-Laneaufteilung besser ausgebaut. Das bedeutet konkret, dass die Pixelbeschleuniger eine höhere Datentransferrate haben, wodurch die Performance der einzelnen Karten weniger stark eingeschränkt wird. Eine Single-GPU wird üblicherweise für maximales Tempo mit 16 Lanes angebunden. Sind es zwei Grafikkarten, werden diese oft aufgeteilt, am Ende stehen jedem 3D-Beschleuniger also nur noch acht Lanes zur Verfügung. Das macht in der Praxis zwar einen messbaren Unterschied, spürbar ist der kleine Performanceverlust pro Karte aber im täglichen Spielebetrieb nicht. Multi-GPU-Systeme haben eher mit anderen Problemen, etwa Mikroruckler oder schlecht optimierten Treibern und Spielen zu kämpfen. Dies eingehend zu erläutern, würde aber den Rahmen dieses Artikels sprengen, wir konzentrieren uns also weiter auf die Features, die ein Gaming-Mainboard ausmachen.

LAN-Party

Online-Spiele wie World of Warcraft, World of Tanks oder auch zahlreiche Ego-Shooter wie Battlefield 4 legen den Fokus ganz klar auf spannende Gefechte im Netz. Da in hitzigen Gefechten Millisekunden über das virtuelle Leben und Tod entscheiden können, setzen die Mainboard-Hersteller bei Gaming-Boards verstärkt auf besonders hochwertige Netzwerkchips. Diese sollen den Traffic stabilisieren und sogar Latenzen senken und damit zu einer insgesamt besseren Verbindungsqualität führen.

Besonders bekannt geworden sind in diesem Zusammenhang die „Killer"-Netzwerkchips von Bigfoot, welche auf vielen Gaming-Mainboards verbaut werden, beispielsweise dem Gigabyte G1 Sniper Z97, das ab etwa 130 Euro zu haben ist.

Doch lohnt sich ein spezieller „Gaming-LAN-Chip" wirklich? Unsere Tests haben ergeben, dass dies eher nicht der Fall ist. Die Qualität der Internetverbindung ist von zahlreichen Faktoren abhängig, wovon viele nicht in der Kontrolle des Endnutzers liegen. Schon allein deshalb lässt sich keine endgültige Aussage treffen. Die Ergebnisse legen aber nahe, dass die Unterschiede zwischen einem regulären Netzwerkcontroller von Realtek oder Intel und einem Bigfoot-Killer-Chip kaum spürbar sein dürften.

So hat zum Beispiel der Treiber großen Einfluss auf die gefühlte Verbindungsqualität. Hier haben Intel und Realtek in der jüngeren Vergangenheit stark nachgebessert, wodurch der ohnehin geringe Vorteil von Killer-LAN-Chips noch kleiner geworden ist. Letztlich handelt es sich hierbei eher um geschicktes Marketing als um ein Muss.

Klanggewitter

Ein weiterer wichtiger Punkt für Spieler ist angesichts der oftmals bombastischen Soundkulisse von Spielen ein entsprechend hochwertiger Audiochip. Dementsprechend finden sich auf den meisten Gaming-Motherboards passende Modelle. Zwar liefern separate Soundkarten, etwa von Asus oder Creative in der Regel noch bessere Ergebnisse, verursachen aber auch stets zusätzliche Kosten.

Wenn Sie Wert auf die Audioqualität legen, sollten Sie beim Kauf darauf achten, dass mindestens ein Realtek-ALC1150-Chip auf Ihrer Wunschplatine verbaut ist. Dieser ist weit verbreitet und bietet ein hörbar besseres Klangbild als andere Modelle aus demselben Haus, etwa ein Realtek ALC892. Alternativ bieten sich Onboard-Lösungen aus dem Hause Creative an, etwa der SoundCore 3D, wobei eine Ähnlichkeit zu den Realtek-Modellen nicht zu übersehen ist.

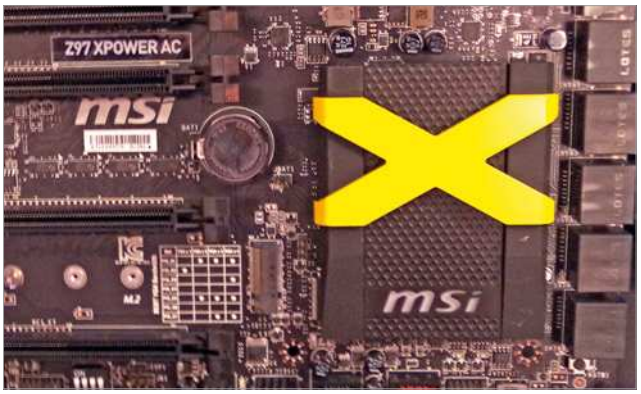
Zusätzlich zum Chip sollten Sie auf das Vorhandensein von hochwertigen Wandlern und Kondensatoren,

Spannungswandler & Co. klassisch luftgekühlt

Natürlich ist nicht zwingend eine Wasserkühlung notwendig, um ein Mainboard ausreichend zu kühlen, auch mit Luft klappt das hervorragend.

Auf der vorherigen Seite haben wir gezeigt, dass es sogar möglich ist, das Mainboard in eine modulare Wasserkühlung miteinzubeziehen. Da sich solche Kühllösungen aber eher an Enthusiasten richten und der gemeine PC-Spieler und Anwender im Normalfall auf eine Luftkühlung setzt, besitzen insbesondere Gaming- und Übertakter-Mainboards häufig sehr massive Kühlkörper, die für eine ausreichende Wärmeableitung sorgen sollen. Wir zeigen Ihnen, worauf Sie bei einem Motherboard-Upgrade achten sollten und wie Sie ordentliche Kühler von schicken, aber wenig nützlichen Blendern unterscheiden.

Ein wichtiger Punkt ist das gewählte Material des Kühlkörpers: Je nach Werkstoff ist die Wärmeableitung unterschiedlich gut. Ein ideal geeignetes Material ist Kupfer, das aber sehr teuer ist und daher üblicherweise aus Kostengründen nur bei CPU- beziehungsweise GPU-Kühlern Einsatz findet. Aluminium ist ebenfalls sehr gut geeignet und noch dazu deutlich günstiger, was dazu führt, dass dieses Metall häufiger eingesetzt wird. Je größer die Oberfläche des Kühlkörpers ist, desto mehr Wärme kann abgeführt werden. Daher sollten die Fläche ausreichend dimensioniert sein. Besonders Übertakter-Mainboards besitzen oft aufwendige Konstruktionen, je nach verwendetem CPU-Kühler sollten Sie vor dem Kauf daher darauf achten, dass die gewünschte Platine auch mit dem gewählten Lüfter kompatibel ist. So sollte die Bauhöhe eines Spannungswandlerkühlers beispielsweise nicht die Drei-Zentimeter-Marke überschreiten.



etwa aus dem Hause Nichico, achten. Diese verbessern die Klangqualität nochmals hörbar.

Wer hochohmige Kopfhörer verwendet, sollte prüfen, ob ein Kopfhörervorverstärker vorhanden ist. Manche Hersteller bieten sogar austauschbare Modelle an, die allerdings im Einzelhandel nachgekauft werden müssen.

Bei Spieler-Platinen mit Z97-PCH gibt es zudem einige interessante Modelle, etwa das Asus Maximus VII Hero, bei dem die Audiokomponenten von der restlichen Elektronik auf dem Board abgeschirmt sind, um die Signalqualität zu erhöhen und Interferenzen zu verringern. Dies dürfte aber höchstens von sehr audiophilen Nutzern wahrgenommen werden, die tendenziell eher auf eine separate Soundkarte hoher Qualität setzen.

Mehr Takt, bitte!

Gamer können nie genug Leistung haben, Punkt. Daher setzen die allermeisten Gaming-Boards für Sockel 1150 auch auf die Oberklasse-PCHs Z87 und Z97. Bei diesen sind alle Overclocking-Optionen freigeschaltet, was es dem Nutzer ermöglicht, auf die Suche nach dem höchstmöglichen Performancepotenzial der eigenen Hardware zu gehen.

Besonders interessant ist das vor allem für Nutzer von „K-CPUs“ mit freiem Multiplikator. Diese erlauben mit einfachen Mitteln teils sehr hohe Taktsteigerungen. Aber auch für Spieler ohne freigeschalteten Prozessor können die Übertaktungsfunktionen von Gaming-Boards interessant sein, denn per Baseclock lassen sich oftmals wenigstens noch ein paar Hundert Megahertz mehr aus dem Prozessor kitzeln. Das Potenzial ist aber von CPU zu CPU unterschiedlich. Tipps rund ums Übertakten lesen Sie im Tuning-Teil dieses Sonderhefts.

Und was ist mit AMD?

Nachdem wir ausgiebig die aktuellen Aufrüstoptionen aus dem Hause Intel besprochen haben, gehen wir in den nächsten Absätzen auf die Alternativen von AMD ein. Auch hier stehen momentan zwei Sockel zur Verfügung, auf die sich ein Upgrade lohnt, dabei gehen wir zunächst auf den Sockel AM3+ ein, welcher bereits eine Weile auf dem Markt erhältlich ist. Technisch gesehen ist der AM3+ eng mit dem bereits 2009 erschienenen AM3 verwandt. Die Unterschiede sind eher marginaler Natur und viele AM3-Boards können per BIOS-Update mit neueren AM3+-Prozessoren der FX-Serie kompatibel gemacht werden. Hierbei gibt es allerdings ein paar Einschränkungen; außerdem sind selbst sehr gut ausgestattete AM3+-Platinen so günstig, dass sich ein Upgrade des Motherboards auf jeden Fall lohnt.

Beim Kauf einer neuen Platine sollte darauf geachtet werden, dass der neuere 990FX-Chipsatz verbaut ist. Dieser bietet eine höhere Kompatibilität und Performance als noch sein Vorgänger. Zudem sind einige Boards, etwa das Asrock 990FX-Killer bereits mit einem M.2-Slot ausgestattet, der wiederum den Einsatz von besonders schnellen Solid State Disks ermöglicht. Empfehlenswerte Mainboards finden Sie in unserem Einkaufsführer, auch wenn diese teilweise noch auf den 970FX-Chipsatz setzen.

Wer mit einer APU liebäugelt, die sowohl hohe Prozessorleistung als auch gute Grafikperformance bietet, sollte sich für aktuelle Kaveri-Modelle entscheiden. Diese benötigen ein Motherboard mit dem A88X-PCH. Als Sockel kommt hier der FM2+ zum Einsatz. Im Gegensatz zu seinem AM3-Pendant ist dieser nicht mit dem Vorgänger FM2 kompatibel. Wer also noch eine Trinity-APU besitzt und aufrüsten möchte, muss ebenfalls in ein neues Mainboard investieren. Gute Platinen sind ab etwa 80 Euro zu haben und bieten oft umfangreiche Ausstattung, wie beispielsweise das MSI A88X-Gaming. Diesem liegt zudem das Spiel Assassin's Creed: Liberation bei.

Empfehlenswerte Prozessoren aus dem Hause AMD gibt es leider wenige. In unseren Augen bieten nur der AMD FX-8350 und der AMD A10-7850K ein wirklich gutes Preis-Leistungs-Verhältnis. Bei andern Modellen ist entweder der Preis zu hoch oder die reine Rechenleistung zu niedrig. *(tl)*

Die wichtigsten UEFI-Einstellungen im Überblick

Nachdem die handwerklichen Schritte durchgeführt wurden und das Mainboard und der Prozessor ihren Platz im Gehäuse gefunden haben, gilt es, das UEFI richtig einzustellen. Wir zeigen Ihnen exemplarisch die wichtigsten Schritte.

Systemoptimum laden

Als Erstes laden wir per „F7"-Taste die optimierten Systemeinstellungen. Welche Taste in Ihrem Fall richtig ist, entnehmen Sie dem UEFI oder dem Handbuch.

Basics berichtigen

Anschließend prüfen wir, ob die absoluten Basics, wie etwa Uhrzeit, Datum und so weiter stimmen. Gegebenenfalls korrigieren Sie die Einstellungen.

Bootreihenfolge festlegen

Im nächsten Schritt legen wir die Bootreihenfolge fest. Nicht benötigte Laufwerke, etwa das DVD-ROM, deaktivieren wir zugunsten kürzerer Ladezeiten.

Peripherie einstellen

Danach wenden wir uns den Onboard-Chips zu und deaktivieren nicht benötigte Geräte, beispielsweise WLAN- oder Bluetooth-Adapter, um Strom zu sparen.

Energiesparoptionen

Direkt darauf wenden wir uns den eigentlichen Energieoptionen zu und legen fest, ob unser Rechner etwa durch eingehenden Netzwerkverkehr aufgeweckt wird.

Qualitätskontrolle

Abschließend kontrollieren wir noch einmal alle Einstellungen und speichern diese als Profil ab, um schnellen Zugriff zu gewährleisten.

Einkaufsführer Mainboards & RAM

Preise: Stand 17.07.2014

Mainboards – Sockel AM3+

Produkt	Preis	Chip/Format	Slotanzahl	USB 3.0 (Front)/SATA3	Besonderheiten	Stromverbrauch*	Wertung	Test in	PCGH-Preisvergleich
Gigabyte 970A-UD3	Ca. € 85,-	970/ATX	x16 (2), x1 (3), PCI (2)	2 x (4 x)/6 x 6Gb/s	Dual-BIOS	65,8/311,4 Watt	1,81	01/2013	www.pcgh.de/preis/648214
Asus M5A97 R2.0	Ca. € 65,-	970/ATX	x16 (2), x1 (2), PCI (2)	2 x (4 x)/6 x 6Gb/s	BIOS-Flashback	58,8/277,6 Watt	1,89	01/2013	www.pcgh.de/preis/818969
Asrock 970 Extreme3	Ca. € 65,-	970/ATX	x16 (2), x1 (2), PCI (2)	2 x (2 x)/5 x 6Gb/s	Nicht vorhanden	58,7/272,2 Watt	1,90	01/2013	www.pcgh.de/preis/679893
MSI 970A-G46	Ca. € 65,-	970/ATX	x16 (2), x1 (2), PCI (2)	2 x (2 x)/6 x 6Gb/s	Nicht vorhanden	65,5/303,9 Watt	2,02	01/2013	www.pcgh.de/preis/721603

System: FX-8350, Radeon HD 7970, 2 x 2.048 MiByte DDR3-1333-RAM (8-8-8-24, 2T), Cooler Master Hyper TX3; Windows 7 x64

* Leistungsaufnahme des ganzen PCs bei Windows-Leerlauf/Stabilitätstest

Mainboards – Sockel FM2+

Produkt	Preis	Chip/Format	Slotanzahl	USB 3.0 (Front)/SATA3	Besonderheiten	Stromverbrauch*	Wertung	Test in	PCGH-Preisvergleich
Asus A88X-Pro	Ca. € 95,-	A88X/ATX	x16 (2), x1 (2), PCI (2)	4 x (6 x)/6 x 6Gb/s	BIOS-Flashback	38,1/173,2 Watt	1,66	02/2014	www.pcgh.de/preis/1001720
Asrock FM2A88X+ Killer	Ca. € 75,-	A88X/ATX	x16 (2), x1 (2), PCI (3)	4 x (2 x)/8 x 6Gb/s	Killer E2200 LAN	25,1/163,3 Watt	1,67	02/2014	www.pcgh.de/preis/1051505
Gigabyte G1.Sniper A88X	Ca. € 85,-	A88X/ATX	x16 (2), x1 (3), PCI (2)	2 x (2 x)/8 x 6Gb/s	HQ-D/A-Wandler	34,4/172,2 Watt	1,69	02/2014	www.pcgh.de/preis/994595
MSI A88X-G43	Ca. € 65,-	A88X/ATX	x 16 (2), x1 (3), PCI (2)	2 x (4 x)/8 x 6Gb/s	Crossfire X	34,0/168,3 Watt	1,73	02/2014	www.pcgh.de/preis/1013921

System: A10-7850K, integrierte Grafikeinheit, 2 x 2.048 MiByte DDR3-1333-RAM (8-8-8-24, 2T), Cooler Master Hyper TX3; Windows 7 x64

* Leistungsaufnahme des ganzen PCs bei Windows-Leerlauf/Stabilitätstest

Mainboards – Sockel 1150

Produkt	Preis	Chip/Format	Slotanzahl	USB 3.0 (Front)/SATA3	Besonderheiten	Stromverbrauch*	Wertung	Test in	PCGH-Preisvergleich
Asus Maximus VII Hero	Ca. € 170,-	Z97/ATX	x16 (3), x1 (3), PCI (0)	6 x USB 3.0, 7 x USB 2.0	M.2-Slot, SLI, Crossfire	62/290 Watt	1,46	07/2014	www.pcgh.de/preis/1106087
Asus Maximus VI Extr.	Ca. € 310,-	Z87/ATX	x16 (5), x4 (1), PCI (0)	6 x (8 x)/10 x 6Gb/s	OC Panel, WLAN, Bluetooth	69/286 Watt	1,48	09/2013	www.pcgh.de/preis/953928
MSI Z97 Mpower Max AC	Ca. € 210,-	Z97/ATX	x16 (3), x1 (4), PCI (0)	12 x USB 3.0, 6 x USB 2.0	M.2-Slot, WaKü-Anschl.	69/286 Watt	1,49	07/2014	www.pcgh.de/preis/1109148
Gigabyte G1.Sniper 5	Ca. € 250,-	Z87/ATX	x16 (4), x1 (3), PCI (0)	6 x (10 x)/10 x 6Gb/s	Killer E2200, Soundcore 3D	70/270 Watt	1,49	07/2013	www.pcgh.de/preis/950964
Asus Maximus VI Form.	Ca. € 250,-	Z87/ATX	x16 (3), x1 (3), PCI (0)	6 x (8 x)/10 x 6Gb/s	ROG-Armor, WLAN, Bluet.	62/290 Watt	1,50	10/2013	www.pcgh.de/preis/954348
Asrock Z87 OC Formula	Ca. € 240,-	Z87/ATX	x16 (4), x1 (2), PCI (0)	9 x (13 x)/10 x 6Gb/s	Wakü-Anschl., wasserdicht	50/272 Watt	1,50	09/2013	www.pcgh.de/preis/953884
MSI Z87 Mpower Max	Ca. € 370,-	Z87/ATX	x16 (3), x1 (4), PCI (0)	6 x (10 x)/8 x 6Gb/s	WLAN, Bluet., Diag-LEDs.	58/297 Watt	1,50	09/2013	www.pcgh.de/preis/953894
MSI Z97 Gaming 7	Ca. € 150,-	Z97/ATX	x16 (3), x1 (4), PCI (0	10 x USB 3.0, 6 x USB 2.0	M.2-Slot, OC-Genie	48/283 Watt	1,55	07/2014	www.pcgh.de/preis/1109467
Asus Z87 Sabertooth	Ca. € 180,-	Z87/ATX	x16 (3), x1 (3) PCI (0)	6 x USB 3.0, 8 x USB 2.0	TUF Thermal Armor, Lüfter	48/283 Watt	1,59	01/2014	www.pcgh.de/preis/981472
Asus Z87-Deluxe	Ca. € 230,-	Z87/ATX	x16 (3), x1 (4), PCI (0)	6 x (8 x)/10 x 6Gb/s	WLAN, Bluet., Diag.-LEDs	53/275 Watt	1,60	07/2013	www.pcgh.de/preis/953930
MSI Z87-Mpower	Ca. € 160,-	Z87/ATX	x16 (3), x1 (4), PCI (0)	4 x USB 3.0, 8 x USB 2.0	WLAN ac, Bluetooth	43/276 Watt	1,60	01/2014	www.pcgh.de/preis/953895
MSI Z87M Gaming	Ca. € 120,-	Z87/mATX	x16 (2), x1 (2), PCI (0)	8 x USB 3.0, 12 x USB 2.0	Killer E2205, OC-Genie	49/275 Watt	1,61	01/2014	www.pcgh.de/preis/1014422
Gigabyte Z97-SOC-Force	Ca. € 180.-	Z97/ATX	x16 (4), x1 (1), PCI (2)	6 x USB 3.0, 8 x USB 2.0	Spannungsmesspunkte	53/275 Watt	1,64	07/2014	www.pcgh.de/preis/1107898
MSI Z87-GD65 Gaming	Ca. € 120,-	Z87/ATX	x16 (3), x1 (4), PCI (0)	4 x (6 x)/8 x 6Gb/s	Killer E2205, Diag.-LEDs	57/262 Watt	1,64	07/2013	www.pcgh.de/preis/952981

System: Core i7-4770K, kein Turbo, MSI GTX 670 Power Ed. (915/1.500 MHz), 4.096 MiByte DDR3-1333-RAM (9-9-9-27, 2T), Cooler Master Hyper TX 3 @ 12 Volt, Anno 1404 „große Stadt": max. Det., 1.680 x 1.050, kein AA/AF; Win 7 x64, Gef.-Tr. 314.22

Mainboards – Sockel 1155

Produkt	Preis	Chip/Format	Slotanzahl	USB 3.0 (Front)/SATA3	Besonderheiten	Stromverbrauch*	Wertung	Test in	PCGH-Preisvergleich
Asrock Z77 Extreme11	Ca. € 250,-	Z77/EATX	x16 (4), x1 (3), PCI (0)	8 x (10x)/10 x 6Gb/s	WLAN, Bluet., Diag.-LEDs	77,1/211,0 Watt	1,46	06/2013	www.pcgh.de/preis/861398
MSI Z77 Mpower	N. verfügbar	Z77/ATX	x16 (3), x1 (4), PCI (0)	6 x (8 x)/2 x 6Gb/s	WLAN, Bluet., Diag.-LEDs	49,6/197,8 Watt	1,51	10/2012	www.pcgh.de/preis/823426
MSI Z77A-GD65 Gaming	N. verfügbar	Z77/ATX	x16 (3), x1 (4), PCI (0)	2 x (4 x)/4 x 6Gb/s	Killer E2205, Diag.-LEDs	48,5/191,5 Watt	1,55	06/2013	www.pcgh.de/preis/928223
Asus P8Z77-V Pro	Ca. € 240,-	Z77/ATX	x16 (3), x1 (2), PCI (2)	4 x (8 x)/4 x 6Gb/s	WLAN n	57,7/211,7 Watt	1,66	06/2012	www.pcgh.de/preis/749620
Gigabyte Z77X-D3H	Ca. € 100,-	Z77/ATX	x16 (3), x1 (3), PCI (1)	6 x (8 x)/4 x 6Gb/s	Nicht vorhanden	61,2/217,1 Watt	1,67	06/2012	www.pcgh.de/preis/749610

System: Core i7-3770K, kein Turbo-Modus, Radeon HD 7950 (880/2.500 MHz), 2 x 2.048 MiByte DDR3-1333-RAM (7-7-7-21, 2T), Cooler Master Hyper TX 3; Windows 7 x64

* Leistungsaufnahme des ganzen PCs bei Windows-Leerlauf/Stabilitätstest

Mainboards – Sockel 2011

Produkt	Preis	Chip/Format	Slotanzahl	USB 3.0 (Front)/SATA3	Besonderheiten	Stromverbrauch*	Wertung	Test in	PCGH-Preisvergleich
Asus Ramp. IV Black Ed.	Ca. € 370,-	X79/EATX	x16 (4), x1 (2), PCI (0)	4x (6x)/6x 6Gb/s, 4x 3Gb/s	WLAN; LN2-Mode	104,6/323,2 Watt	1,40	02/2014	www.pcgh.de/preis/1024617
Asus Ramp. IV Formula	Ca. € 350,-	X79/ATX	x16 (4), x1 (2), PCI (0)	4x (6x)/4x 6Gb/s, 4x 3Gb/s	WLAN	103,4/322,4 Watt	1,55	01/2012	www.pcgh.de/preis/700342
MSI X79A-GD65 (8D)	Ca. € 220,-	X79/ATX	x16 (5), x1 (1), PCI (0)	2x (4x)/4x 6Gb/s, 4x 3Gb/s	8 x RAM-Slots	80,5/294,8 Watt	1,55	01/2012	www.pcgh.de/preis/700084
MSI Big Bang XPowerII	Ca. € 270.-	X79/ATX	x16 (4), x1 (3), PCI (0)	4x (6x)/6x 6Gb/s, 4x 3Gb/s	8 x RAM-Slots	91,3/314,7 Watt	1,67	02/2014	www.pcgh.de/preis/711485

System: Core i7-3960X, kein Turbo-Modus, Geforce GTX 780, Corsair SSD F60, 4 x 2.048 MiByte DDR3-2133-RAM (9-9-9-27, 2T), Windows 7 x64

* Leistungsaufnahme des ganzen PCs bei Windows-Leerlauf/Stabilitätstest

Unsere Sockel-AM3+-Wahl: Gigabyte 970A-UD3

Günstig und solide: Ein echtes Alltagsbrett

Das Gigabyte 970A-UD3 ist bereits ab 75 Euro erhältlich und bietet ein solides Rundumpaket für alle Sockel-AM3+-Interessenten. Zwei PCI-Express-Slots ermöglichen Crossfire-Systeme, bestehend aus zwei Radeon-Grafikkarten. Insgesamt sechs SATA-6-Gb/s-Anschlüsse bieten ausreichend Platz für schnelle SSDs, große HDDs und optische Laufwerke. Externe Laufwerke können problemlos an den vier USB-3.0-Ports oder aber an den zwei Firewire-Ports betrieben werden – Letztere sind eine Seltenheit in diesem Preissegment. Dank drei zusätzlicher Lüfteranschlüsse ist stets für ein gutes Gehäuseklima gesorgt.

Unsere Sockel-FM2+-Wahl: MSI A88X-G45 Gaming

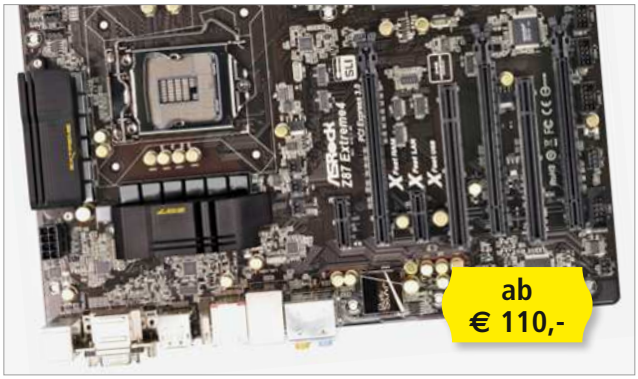
Stylishe FM2+-Platine mit Spielebundle zum akzeptablen Preis

Für etwa 120 Euro erhalten Sie, wenn Sie einen Kaveri-basierten PC aufbauen möchten, eine sehr gut ausgestattete ATX-Platine, der zudem das Actionspiel Assassin's Creed: Liberation beiliegt. Wer darauf verzichten kann, greift auf die Variante ohne Spiel zurück und spart sich weitere 15 Euro. Zu den Highlights des Mainboards gehört der Killer-E2200-Netzwerkchip, welcher die Latenzen bei Online-Spielen verbessern kann. Zusätzlich hat MSI eine hochwertige Onboard-Soundkarte verbaut, die höhere Klangqualität ermöglicht als vergleichbare Modelle. Zahlreiche Übertaktungsmöglichkeiten bietet das A88X-G45 ebenfalls.

Unsere Sockel-1150-Wahl: Asrock Z87 Extreme 4

Günstiger Einstieg in die Z87-Welt für jedermann

Wenn Sie mit dem Gedanken spielen, sich ein Haswell-System zusammenzubauen, finden Sie im Asrock Z87 Extreme 4 eine solide Basis für Ihren Rechner. Der Z87-PCH unterstützt alle wichtigen Übertaktungsfunktionen und ist somit auch für den Einsatz mit Intels „K-CPUs" mit freiem Multiplikator bestens gerüstet. Außerdem ist der Betrieb von zwei Geforce-Grafikkarten im SLI oder gar drei Radeon-GPUs im Crossfire-Verbund möglich. Insgesamt acht SATA-6-Gb/s-Ports bieten zudem mehr als ausreichend Anschlussmöglichkeiten für SSDs, HDDs und Co.



Unsere Sockel-2011-Wahl: Asus Rampage IV Black Edition

Luxus-Platine für Nutzer mit höchsten Ansprüchen

Das Asus Rampage IV Black Edition richtet sich klar an Anwender, die stets nur das Beste vom Besten wünschen. Die X79-basierte Platine bietet alles, was sich der ambitionierte Spieler und Übertakter wünschen kann: Quad-Channel-RAM-Support, Unterstützung für bis zu vier Grafikkarten im SLI oder Crossfire sowie insgesamt zehn SATA-Anschlüsse, sechs davon entsprechen dem schnellen 6-Gb/s-Standard. Freunde von extremen Kühlmethoden freuen sich über den LN2-Modus, welcher die Arbeit bei Temperaturen weit unter dem Gefrierpunkt erleichtert.

Grafikkarte aufrüsten

Wenn man seinen PC nicht tunen möchte oder dieser trotz aller Maßnahmen aus dem Ruckeln nicht herauskommt, muss man aufrüsten. Was es bei Grafikkarten zu beachten gilt, verraten wir hier.

Auch wenn Sie sich bereits dazu entschlossen haben, eine neue Grafikkarte zu kaufen, empfehlen wir Ihnen einen Blick in den Tuning-Teil dieses Magazins: Ab Seite 58 geben wir hilfreiche Tipps, wie Sie Ihrem alten Pixelknecht Beine machen. Wer hingegen bereits alle Reserven ausgeschöpft hat, ist in diesem Aufrüstartikel richtig. Die Tuning-Tipps funktionieren aber natürlich auch mit neuen Grafikkarten – ideal für alle, die sich maximale Leistung wünschen.

Vor dem Neukauf sollten Sie sich über einige Dinge im Klaren sein. Als Fan moderner PC-Spiele mit aufwendiger 3D-Grafik benötigen Sie grundsätzlich eine starke Grafikkarte. Zwar befinden sich mittlerweile in den meisten Prozessoren auch Grafikeinheiten – wir sprechen von Intels HD Graphics und AMDs Radeon-APUs –, doch keine davon stemmt Grafikbomben wie Watch Dogs und Crysis 3 mit allen Details ruckelfrei. Wenn Sie außerdem Wert auf hochwertig gefilterte Texturen (AF) und Kantenglättung (AA) legen, steigt der Anspruch an die Graphics Processing Unit (GPU) nochmals an.

Auch die Auflösung Ihres Bildschirms ist ein maßgeblicher Parameter für die Grafikkartenwahl als Spieler. Liquid Crystal Displays (LCDs) arbeiten mit einer nativen Maximalauflösung, die am besten aussieht. Zwar ist die Interpolation geringerer Auflösungen möglich, an die Schärfe der nativen Pixelzahl kommt diese jedoch nie heran. Da jeder Bildpunkt berechnet werden muss, steigt mit der Auflösung der Anspruch an die Grafikkarte. Nehmen wir an, Sie spielen noch auf einem antiken 19-Zoll-Gerät und planen das Upgrade auf ein Full-HD-Display. Die Auflösung 1.280 × 1.024 entspricht 1.310.720 Pixeln, 1.920 × 1.080 bereits 2.073.600 – 58 Prozent mehr Arbeit für den Grafikprozessor. Richtig aufwendig wird es im 27-Zoll-Bereich: Die mittlerweile erschwinglichen Bildschirme mit 2.560 × 1.440 Pixeln bürden der GPU mehr als doppelt so viel Arbeit auf wie solche mit 1.680 × 1.050 Bildpunkten.

Richtig aufrüsten

Der PCGH-Leistungsindex, welcher Ihnen auf den folgenden Seiten öfter begegnen wird, ergibt sich aus der Grafikkartenleistung in 15 populären Spielen und den Auflösungen 1.920 × 1.080 sowie 2.560 × 1.600. Wir versuchen ergo, einen realistischen Querschnitt durch die Spielelandschaft abzubilden.

Seit Jahren und mit der aktuellen Treiberentwicklung umso mehr gilt: Wer vorwiegend in niedrigen Auflösungen bis inklusive Full HD spielt und/oder auf Kantenglättung und hochwertige Texturfilterung verzichtet, sollte sich nach einer Geforce umsehen. Nvidias Treiberabteilung hat in den vergangenen Monaten Effizienzverbesserungen integriert, welche helfen, wenn der Prozessor limitiert – das passiert in geringen Auflösungen oft. Radeon-Grafikkarten fühlen sich jenseits von 1.920 × 1.080 am wohlsten und

Neukauf: Radeon oder Geforce?

AMDs Radeon-Grafikkarten punkten mit ihrer Sparfunktion Zero Core Power (weniger als 3 Watt bei abgeschaltetem Bildschirm im Leerlauf) und können die ressourcenschonende Mantle-API in einigen Spielen wie Battlefield 4, Thief sowie Plants vs. Zombies: Garden Warfare nutzen. Hinzu kommt im Falle der R7 260(X) und R9 290(X) die Fähigkeit, besseren Sound mithilfe von AMDs Technologie True Audio wiederzugeben – derzeit ist das jedoch nur in Thief zu hören. Darüber hinaus bieten die Karten volle DX11.2-Unterstützung.

Nvidias Geforce-Grafikkarten punkten mit Unterstützung der proprietären CUDA-Schnittstelle, welche unter anderem für GPU-Physx (Assassin's Creed 4, Borderlands 2, Batman & Co.) genutzt wird. Außerdem können moderne Kepler- und Maxwell-Modelle das fortschrittliche TXAA in einigen Spielen darstellen. Einstellungsfreunde freuen sich über die konkurrenzlose Konfigurierbarkeit mithilfe des Tools Nvidia-Inspector, das unter anderem Ambient Occlusion und erweiterte AA-Modi ermöglicht.

brechen hier prozentual geringer ein als vergleichbare Geforces. Welche Radeon im Mittel mit welcher Geforce vergleichbar ist, erfahren Sie auf der nächsten Doppelseite.

Glatt und detailliert

Anti-Aliasing (AA) ist die wohl wichtigste Maßnahme für ein angenehm empfundenes Bild. Gemeinsam mit dem anisotropen Texturfilter (AF) sorgt AA für hübschere Spielwelten: Durch Anti-Aliasing wird unter anderem Kantenflimmern minimiert, welches in Bewegung schnell zur Ermüdung der Augen führt, während anisotrope Filterung dabei hilft, Texturdetails in jeder Lage aufrechtzuerhalten.

Diese Aufwertung hat ihren Preis: 4x MSAA/16:1 AF, die laut Umfragen auf www.pcgh.de verbreitetste Kombination, senkt die Bildrate gegenüber keinem AA/AF um 30 bis 50 Prozent. Falls Ihnen die Bildqualität nicht wichtig ist, benötigen Sie folglich keine High-End-Grafikkarte. Legen Sie hingegen Wert auf ein möglichst ruhiges, glattes Bild, sind Sie ein Kandidat für die schnellsten Pixelkünstler. Ein gut gemeinter Rat vor dem Aufrüsten: Haben Sie sich einmal an ordentliche Bildqualität gewöhnt, kommen Sie nur schwer wieder davon weg – das Bessere ist des Guten Feind.

Minis und Ninjas

Besitzer kleiner Gehäuse sind auf kompakte Grafikkarten angewiesen. Das Low-Profile-Format mit seiner halben Bauhöhe ist in vielen PC-Behausungen Pflicht, während Mini-ITX-Systeme keine Pixelschubser jenseits von 17 Zentimetern Baulänge zulassen. Bedingt durch die engen physikalischen Grenzen existieren keine High-End-Beschleuniger im LP-Format. Wer das Beste für seinen ITX-PC sucht, greift zur MSI Geforce GTX 760 Gaming ITX oder 270X Gaming ITX. Leiser und schneller sind keine anderen 17-Zentimeter-Grafikkarten – die Radeon ist jedoch gute 40 Euro günstiger. Alternativ warten Karten wie die Geforce GTX 650 Ti (unter 15 cm).

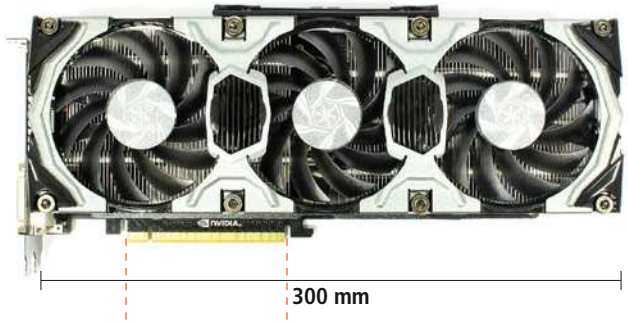
Was komplett passiv gekühlte Grafikkarten angeht, hält sich der Leistungsfortschritt in Grenzen, gerade kam jedoch etwas Bewegung in den Markt. Wer ein modernes Modell sucht, sollte sich nach Palits Geforce GTX 750 Ti Kalm X und Zotacs Geforce GTX 750 Zone umsehen. Nach wie vor gilt: Wer ein spieletaugliches Modell nutzen möchte, sollte eine durchdachte Gehäusebelüftung vorweisen. Das galt schon zu Zeiten der Radeon HD 4850 und Geforce 9800 GT. Ein 100-Watt-Bolide verkocht in einem komplett passiven Gehäuse. Alternativ befestigen Sie einen langsam rotierenden Lüfter (etwa einen Silent Wings 2 von Be quiet) auf dem dafür empfänglichen Passivblock.

Kühlphilosophien

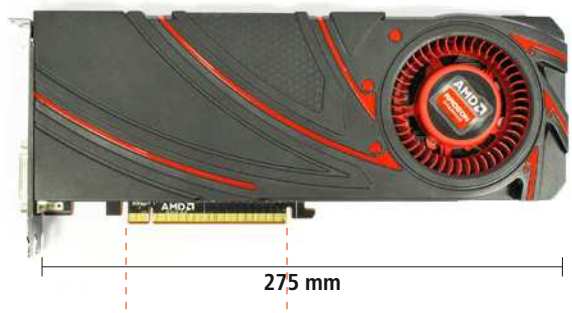
Radiallüfter finden sich auf fast allen AMD- und Nvidia-Referenzdesigns der vergangenen Jahre. Diese Gesellen sitzen am Heck der Grafikkarten, saugen ihre Frischluft gewöhnlich von oben an und pressen sie zur Seite. Hier sitzt ein enger Lamellentunnel, welcher direkten

Karten-Einbaulänge beachten

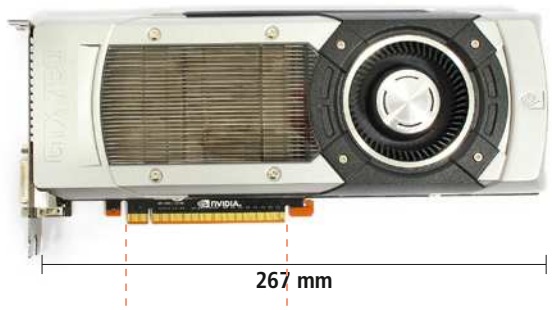
Inno 3D Geforce GTX 780 (Ti) Herculez X3 Ultra



AMD Radeon R9 290/290X (Referenzdesign)

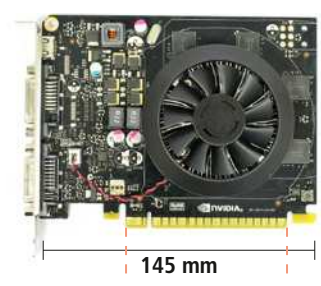


Nvidia Geforce GTX 780/Titan/Black (Referenzdesign)

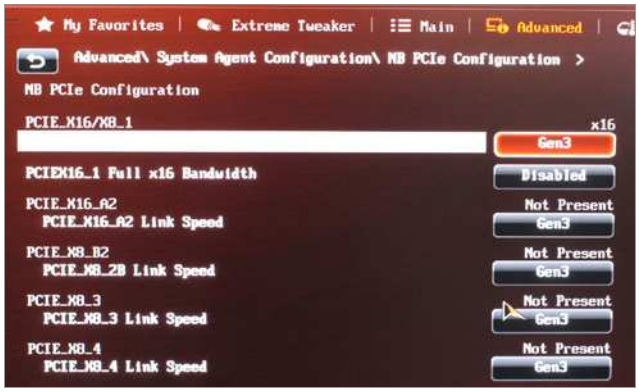


MSI Geforce GTX 760 Gaming ITX

Nvidia Geforce GTX 750 Ti (Referenzdesign)



BIOS/UEFI-Einstellungen setzen

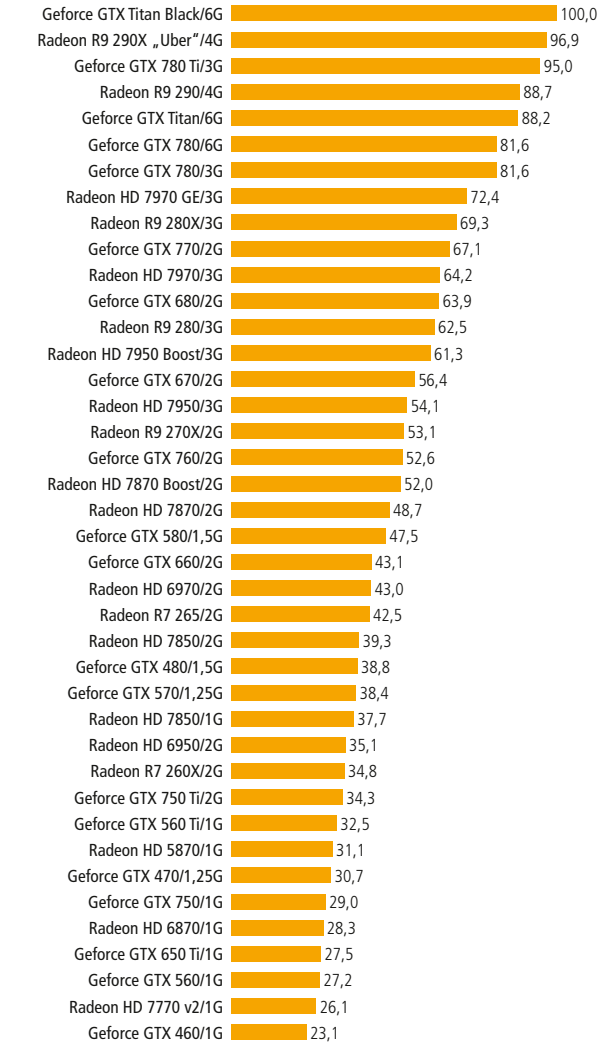


Bei einigen Hauptplatinen mit Intel-Chip (hier ein Asus Maximus VI Extreme) können Sie in den erweiterten Menüs die Geschwindigkeit des PCI-E-Interfaces angeben. Paranoiker wählen hier Gen 3 bzw. Auto für maximale Leistung.

Die PCI-Express-Schnittstelle arbeitet spezifikationsgemäß mit 100 MHz, lässt sich jedoch auch übertakten. Vorsichtige Naturen geben die 100 MHz explizit an. Unterstes Bild: „Auto" sorgt bei dieser Option für die beste Leistung.

40 Grafikkarten im Leistungsvergleich

PCGH-Index: Gewichtetes Mittel aus 15 Spielen in 1080p und 1600p



System: Core i7-4770K @ 4,6 GHz, Z87, 2x 4 GiB DDR3-2000, Win 7 SP1 x64, Gef. 334.69/340.43 Beta, Cat. 14.2/14.7 Beta **Bemerkungen:** Der ultimative Überblick für Aufrüster! Wer High End von 2010 besitzt (GTX 580), erhält 2014 bis zu Leistungsfaktor 2.

Indexpunkte
▶ Besser

SLI und Crossfire: sinnvoll?

Bis auf die GTX 750 (Ti) lassen sich alle modernen Grafikkarten koppeln, um per SLI (Nvidia) oder Crossfire (AMD) zusammenzuarbeiten. Die Idee, zwei Mittelklassemodelle zu einer Einheit zu verschmelzen, die High-End-Karten überholt, wird in der Praxis von suboptimaler Skalierung und Bildverteilung sowie RAM-Engpässen vereitelt. An der Leistungsspitze kann Multi-GPU sinnvoll sein.

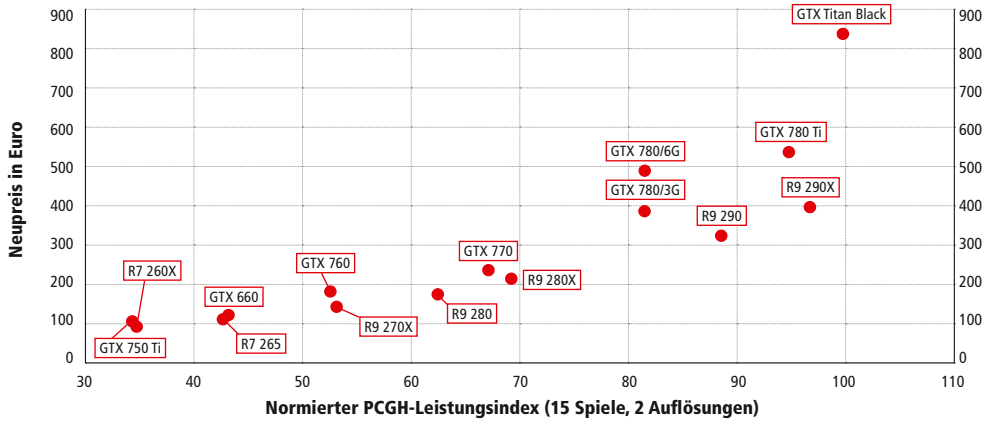
GRANDIOSER SOUND | SCHNELLES NETZWERK | RUNDUMSCHUTZ | NEXTGEN SCHNITTSTELLEN

Kontakt mit den Hitzequellen der Grafikkarte aufnimmt. Die Aufgabe des Radiallüfters ist es, die Hitze direkt aus dem Gehäuse zu pusten. Aus diesem Grund nennt man diese Kühlmethode „Direct Heat Exhaust“ (kurz DHE). Ihr Problem: Ein hoher Luftdruck erfordert hohe Drehzahlen, gleichbedeutend mit Lärmbelästigung.

Die auf den meisten Custom-Designs der AMD- und Nvidia-Partner installierten Axiallösungen verfahren anders: Ihre Lüfter sitzen nicht neben dem Kühlblock, sondern darauf und sind meist im Rudel anzutreffen. Die Luft trifft frontal von oben auf das Metall und wird von den Lamellen in mehrere Richtungen gelenkt. Die Nachteile dieser Methode sind erstens, dass ein Großteil der Abwärme im Gehäuse verteilt wird, und zweitens, dass Axiallüfter gewöhnlich ein Surren erzeugen, das subjektiv störender ausfallen kann als das zumeist tiefe Rauschen eines Radialrotors. Unsere Tests bestätigen: Bei vergleichbaren Temperaturen ist eine Axiallösung in den meisten Fällen leiser als ein DHE-Design, heizt das PC-Innenleben aber klar auf.

Preis-Leistungs-Verhältnis aktueller Grafikkarten

AMDs Angebote unterhalb von 200 Euro bieten das beste Verhältnis aus Preis und Leistung.



Grafikkarte	Fps-Index (Prozent)	Circa-Preis in Euro	Euro/Fps (weniger = besser)
Radeon R7 265 (2 GiB)	42,5	120	2,82
Radeon R9 270X (2 GiB)	53,1	150	2,82
Radeon R7 260X (2 GiB)	34,8	100	2,87
Radeon R9 280 (3 GiB)	62,5	180	2,88
Geforce GTX 660 (2 GiB)	43,1	130	3,02
Geforce GTX 750 (1 GiB)	29,0	90	3,10
Radeon R9 280X (3 GiB)	69,3	220	3,17
Geforce GTX 750 Ti (2 GiB)	34,3	110	3,21
Geforce GTX 770 (2 GiB)	67,1	240	3,58
Geforce GTX 760 (2 GiB)	52,6	190	3,61
Radeon R9 290 (4 GiB)	88,7	330	3,72
Radeon R9 290X (4 GiB)	96,9	400	4,13
Geforce GTX 780 (3 GiB)	81,6	390	4,78
Geforce GTX 780 Ti (3 GiB)	95,0	540	5,68
Geforce GTX 780 (6 GiB)	81,6	490	6,00
Geforce Titan Black (6 GiB)	100,0	840	8,40

Basis: PCGH-Leistungsindex in Relation zum bei Redaktionsschluss aktuellen Marktpreis.

Speicherwahl: keine Qual

Der Irrglaube „viel hilft viel“ wird vom Marketing der Hersteller geschürt: Viele Einsteigergrafikkarten werden mit 2 oder gar 4 GiByte Speicher bestückt, um eine möglichst hohe Zahl vorzuweisen. Sinnvoll ist das nicht, denn eine Grafikkarte im Segment unter 100 Euro zieht im gut spielbaren Bereich keinen Nutzen aus mehr als 1 GiB.

Im Bereich der spieletauglichen Grafikkarten zum Einsatz in Full HD/1080p haben sich 2 GiByte Onboard-Speicher zum Standard gemausert. Bei einem Neukauf ist das die Untergrenze, da es bereits einige Spiele gibt, die von 3 oder 4 GiByte profitieren. Wie Sie auch der Grafik rechts oben entnehmen können, bieten die AMD-Grafikkarten unter 200 Euro nicht nur das beste Preis-Leistungs-Verhältnis, sondern auch adäquate Speicherpolster.

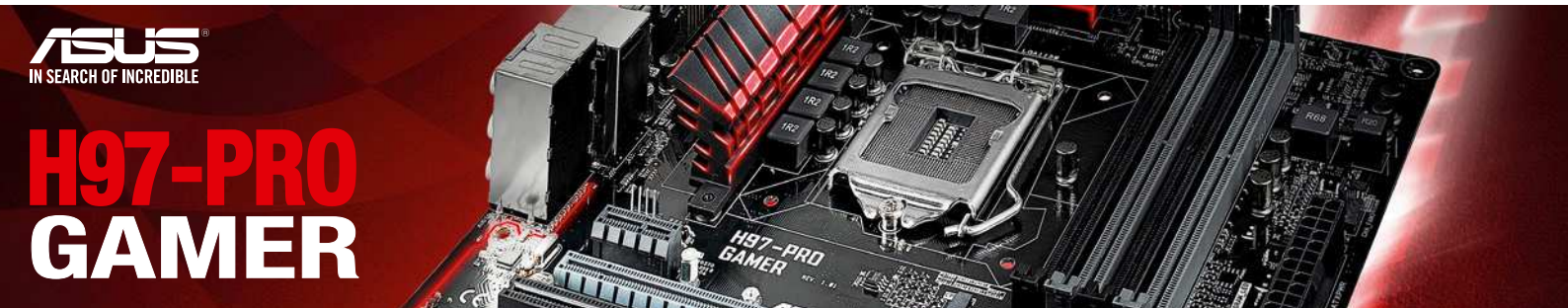
Rückschritt ist Fortschritt

Die meiste Zeit verbringt eine Grafikkarte mit der Darstellung eines zweidimensionalen Bildes („Leerlauf“). Wenn Ihr betagtes Modell hierbei Strom verschwendet, wirkt sich das möglicherweise signifikant auf Ihre Jahresabrechnung aus. Das wissen auch AMD und Nvidia, weshalb moderne Karten über effiziente 2D-Betriebsmodi verfügen, egal ob es sich um ein 50- oder 900-Euro-Modell handelt. Besonders für Nutzer älterer Grafikkarten lohnt sich ein Upgrade in dieser Disziplin, denn in der Folge nimmt die Leistungsaufnahme drastisch ab. So verbraucht beispielsweise eine Radeon HD 4870/4890 50 bis 60 Watt auf dem Windows-Desktop, während eine GTX 580/480 mit 35 bis 45 Watt dabei ist – das ist nicht zeitgemäß. Zum Vergleich: Die durchschnittliche 2D-Leistungsaufnahme einer Geforce GTX 670/760 liegt zwischen 15 und 20 Watt. Schließen Sie einen weiteren Monitor an oder schauen Sie sich einen Blu-ray-Film an, sind schlimmstenfalls 25 Watt zu verzeichnen. Diese Sparsamkeit in jeder 2D-Lage ist ein klarer Pluspunkt aktueller Geforce- gegenüber Radeon-Grafikkarten. AMD hat es bislang versäumt, die Blu-ray- und Multi-Monitor-Modi derart zu optimieren, die Leistungsaufnahme steigt hier auf das Zwei- bis Dreifache des absoluten Leerlauf-Werts; etwa von 25 auf 60 Watt bei einer Radeon R9 280X alias HD 7970 oder von 15 auf 40 Watt bei einer Radeon HD 7870 respektive R9 270(X). *(mh/rv)*

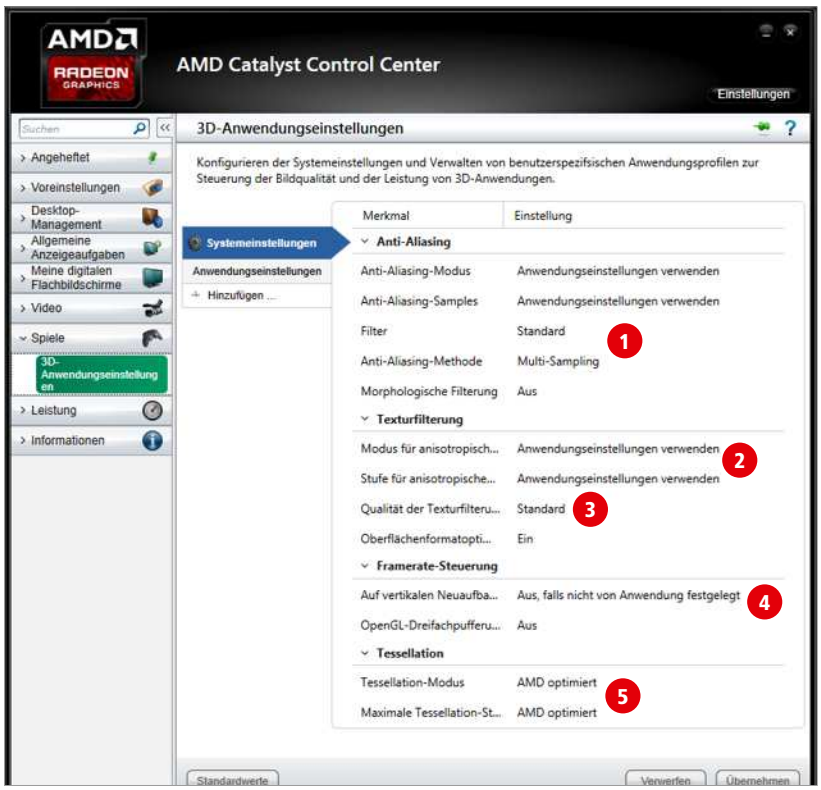
Fazit

Grafikkarte aufrüsten

Wenn Sie alle Tipps aus diesem Artikel beherzigen, klappt das Aufrüsten Ihrer Grafikkarte gewiss ohne Nervenzusammenbruch. Ergänzend zu den schon erwähnten, preislich besonders attraktiven Modellen finden Sie auf der übernächsten Seite vier weitere konkrete Produktempfehlungen verschiedener Preisbereiche. Sie alle stellen einen bestmöglichen Kompromiss aus Preis, Leistung und Lautstärke dar.



Radeon-Treiber: Die wichtigsten Einstellungen

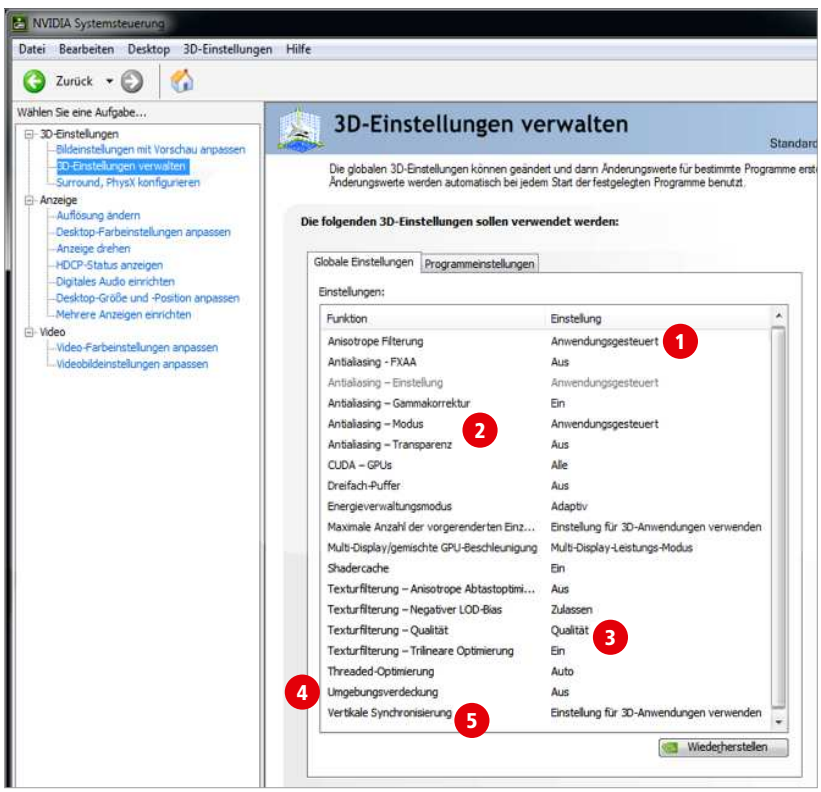


Vorweg: Im Catalyst Control Center (CCC) befinden sich alle Einstellungen, die ein „normaler" Spieler benötigt. Wer Zugriff auf weitergehende Optionen haben möchten, sollte sich das Programm Radeon Pro eines Hobbyprogrammierers ansehen.

Die für Spiele relevanten Optionen finden Sie im CCC unter „Spiele" – „3D-Anwendungseinstellungen". Das Anti-Aliasing (1) ist im Auslieferungszustand gut konfiguriert: Die Optionen „Anwendungseinstellungen verwenden" sorgt dafür, dass Sie in den Spielen AA einstellen – das ist kompatibler. Stattdessen im CCC explizit einen AA-Modus auszuwählen, hat bei modernen Spielen oft gar keine Glättung oder Grafikfehler zur Folge – diverse DX8/9-Klassiker können Sie so jedoch aufwerten. Die „Anti-Aliasing-Methode" steht ab Werk auf Multi-Sampling, kann jedoch auf Super-Sampling gesetzt werden. Tun Sie das und ein Spiel fordert AA an, serviert der Treiber ihm SSAA, eine hochwertige, aber rechenintensive Vollbildglättung. Beim AF (2) dürfen Sie die Anwendungseinstellungen gefahrlos überschreiben. Bei der „Qualität der Texturfilterung" (3) sollten Sie Ihren Augen zuliebe auf „Hohe Qualität" wechseln, was Flimmern reduziert. Vsync (4) ist Geschmackssache – probieren Sie's einfach mal aus. Maximale Bildraten liefert die Option „Immer aus".

Überschreiben Sie unter (5) den Tessellation-Modus, nehmen Sie Einfluss auf den Zerlegungsfaktor einiger Objekte in DX11-Spielen mit diesem Feature, was die Bildrate auf Kosten der Qualität steigern kann. Der Schalter hat keinerlei Auswirkung auf Spiele ohne Tessellation-Support (DX10 und älter).

Geforce-Treiber: Die wichtigsten Einstellungen



Auch für Geforce-Grafikkarten gilt: Der Treiber bietet zahlreiche Optionen an, die den meisten normalen Spielern genügen. Wir raten erfahrenen Geforce-Besitzern jedoch dazu, sich das Tool Nvidia Inspector anzusehen. Es bietet Zugriff auf die NVAPI, eine spezielle Schnittstelle zum Treiber, und macht daher weit mehr Optionen zugänglich als das Treiberpanel an sich. Hier dürfen Sie inoffizielle AA-Modi aktivieren, Spieleprofile editieren, AA- und SLI-Bits eintragen und vieles mehr.

Die für Spiele relevanten Einstellungen finden Sie unter „3D-Einstellungen verwalten". Der Reiter „Globale Einstellungen" ist ab Werk geöffnet. Das heißt, alle von Ihnen hier getätigten Einstellungen wirken auf alle danach gestarteten Spiele. Um Einstellungen für jedes Spiel einzeln vorzunehmen, klicken Sie auf den Reiter „Programmeinstellungen". Wie bei Geforce-Karten gilt: Während Sie ruhig AF (1) über den Treiber forcieren können, sollten Sie den „Antialiasing – Modus" (2) besser der Anwendung überlassen. „Antialiasing – Transparenz" erweitert schon aktives AA um Glättung für Alphatexturen (i. d. R. für Bäume und Zäune verwendet). Auch Geforce-Besitzer sollten die AF-Qualität (3) auf die höchste Stufe stellen und die „Optimierungen" abschalten, den Augen zuliebe. „Umgebungsverdeckung" (4) aktiviert in Spielen mit passendem Treiberprofil (wie Half-Life 2 und Skyrim) sogenannte Ambient Occlusion, eine Schattierung, die den Realismusgrad der Beleuchtung erhöhen soll (und kann). Die „Vertikale Synchronisierung" (5) limitiert die maximale Bildrate (Fps) an die Bildwiederholrate Ihres Monitors (Hz). Ist Vsync aus, werden die Bilder ungebremst ausgegeben.

MSI Radeon R9 270X Gaming

MSIs Radeon R9 270X Gaming zeichnet sich nicht nur durch eine moderate Übertaktung aus, unsere Empfehlung verdient sich das Modell wegen seiner gleichermaßen starken wie leisen Kühlung. Mit 1.120/2.800 MHz für GPU (Boost) und Speicher arbeitet die Karte im Mittel fünf Prozent schneller als Referenzversionen der R9 270X (1.050/2.800 MHz) und damit über dem Niveau der deutlich teureren Geforce GTX 760. Der starke Kühler hält die Karte beim Spielen dank der intelligenten Lüftersteuerung weit unter 80 Grad Celsius, ohne aufzufallen; wir messen eine maximale Lautheit von 1,1 Sone. Auch im Leerlauf überzeugt die 270X Gaming mit einer Lautheit von nur 0,2 Sone – das ist in geschlossenen Rechnern unhörbar. Wer möchte, reizt das Potenzial aus: 1.200 MHz stecken in unserem Muster. Fazit: Wer nicht nur eine neue, spieletaugliche Grafikkarte sucht, sondern auch auf ein gutes Preis-Leistungs-Verhältnis sowie leise Kühlung Wert legt, greift zu dieser Grafikkarte. Mit 2 GiByte Speicher ist die Karte optimal ausgestattet.

ab € 150,-

Asus R9 280X Direct CU II TOP

Mit maximal 1,8 Sone Lautheit und 72 °C GPU-Temperatur beim Spielen gehört Asus' Radeon R9 280X DC2T trotz ihrer moderaten Übertaktung zu den leisesten 280X-Karten auf dem Markt. Der Dual-Slot-Kühler hat kein Problem mit der auf 1.070/3.200 MHz (+7/7 % OC) übertakteten AMD-GPU. Zwar verzichten die Taiwaner auf Speicherkühler, die Wandler werden jedoch mit einem aufgesteckten Kühler bedacht und erreichen beim Spielen eine Höchsttemperatur von guten 80 °C. Da die R9 280X DC2T ihren Boost in allen Spielen aufrechterhalten kann, damit das Leistungsniveau der HD 7970 GHz Edition überbietet und höchstens 238 Watt verbraucht, fällt Kritik am Design schwer. Dazu gibt's 3 GiByte Speicher, was bereits in einigen modernen Spielen wie Battlefield 4, Titanfall, Thief und weiteren von Vorteil ist. Fazit: Dank Mantle-Support, DX11.2-Funktionen sowie 3 GiByte Speicher ist diese Grafikkarte nicht nur in der Gegenwart schnell, sondern auch für die Zukunft gut ausgerüstet.

ab € 280,-

Sapphire Vapor-X R9 290 OC

Die Vapor-X R9 290 OC bietet gegenüber den älteren Tri-X-Karten einen überarbeiteten Kühler sowie einen nochmals erhöhten Werkstakt. Unser Muster hält seinen Boost in jedem Spiel auf 1.030 MHz, ein neunprozentiges Plus gegenüber dem Referenzwert. Zusammen mit dem 2.800 MHz schnellen Speicher (+12 %) ist die Vapor-X OC die schnellste R9 290 am Markt, sie ist sogar schneller als 290X-Referenzkarten im „Quiet Mode". Apropos leise: Sapphire ist den einzigen Kritikpunkt an der originalen Tri-X angegangen, die Lautheit im Leerlauf. Ab Werk dreht bei der Vapor-X nur der mittlere der drei Axiallüfter, was in einer Lautheit von guten 0,4 Sone resultiert. Seine beiden Kollegen stimmen erst dann mit in den Chor ein, wenn die Grafikkarte unter Last gesetzt wird und der Grafikchip eine Temperatur von 58 °C übersteigt. Unter Volllast messen wir indes eine maximale Lautheit von 3,2 Sone bei 78 °C Kern- und 75 °C VRM-Temperatur. Fazit: Die beste R9 290 auf dem Markt; dank Mantle-Support und 4 GiByte Speicher zukunftssicher.

ab € 400,-

Inno 3D Geforce GTX 780 Ti DHS

Leistungsgigant für Gutbetuchte: Der „Herculez X3 Ultra"-Kühler verleiht dieser High-End-Grafikkarte sowohl ihre stattliche Breite von 5,5 cm als auch die Länge von 30 cm. Faktisch zieht die GTX 780 Ti DHS schon mit Basistakt an der rund 850 Euro teuren Geforce GTX Titan Black vorbei. 1.085/3.637 MHz sind bei der DHS-Edition für Kern und Speicher garantiert und der mittlere GPU-Boost, 1.137 MHz bei unserem Muster, entspricht einem Plus von 22,5 Prozent gegenüber dem typischen Takt einer GTX 780 Ti (928 MHz). Damit ist die X3 Ultra DHS die zweitschnellste je von uns getestete GTX 780 Ti, lediglich Gigabytes GHz Edition liegt mit einem Durchschnitts-Boost von 1.215 MHz darüber. Der Clou: Leise ist die Inno-3D-Grafikkarte auch noch, im Leerlauf messen wir eine Lautheit von 0,7 Sone, unter Volllast schlimmstenfalls 2,6 Sone bei „frostigen" 58 °C GPU-Temperatur. Fazit: Sehr leistungsfähig und dennoch leise, aber wahrlich kein Schnäppchen (lediglich im Vergleich mit der Titan Black).

ab € 680,-

Das richtige Netzteil

Planen Sie das Aufrüsten von Grafikkarte und Prozessor, muss fast immer ein neues Netzteil in den Rechner. PCGH erläutert Ihnen, worauf Sie bei der Wahl des Spannungswandlers achten müssen.

Sobald Sie Ihren Rechner aufrüsten, müssen Sie sich häufig auch mit dem Netzteil beschäftigen: Muss es unbedingt ein neues Netzteil sein? Kann ich ähnlich wie bei Grafikkarten ein zweites hinzubauen? Erhöht sich der Stromverbrauch durch ein neues Netzteil? Diese Fragen wollen wir unter anderem in diesem Artikel klären.

Das richtige Netzteil

Das PC-Netzteil transformiert die Wechselspannung aus dem Hausnetz herunter und richtet sie zudem gleich. Je nach Bauart des Netzteils können unterschiedlich starke Ströme genutzt werden. Moderne Rechner verbrauchen unterschiedlich viel Strom: Im Gegensatz zu Haushaltsgeräten variiert die Leistungsaufnahme bei PCs je nach laufender Anwendung sehr stark. Ein 600-Watt-Netzteil zieht nicht (!) dauerhaft 600 Watt aus dem Energienetz. PC-Netzteile liefern immer nur so viel Strom, wie gerade von den PC-Komponenten benötigt wird.

Ein Beispiel: Arbeitet ein Rechner gerade wenig und ist beispielsweise nur Windows aktiv, benötigt solch ein PC weniger als 100 Watt. Starten Sie allerdings ein 3D-Spiel, steigt die Leistungsaufnahme je nach System auf 300, 600 oder mehr Watt. Es kommt allerdings auch zu Leistungsspitzen, in denen gerne mehr als beispielsweise 450 Watt aus dem Netzteil gezogen werden. Eine relativ grobe Einschätzung, welches Netzteil für Ihren PC optimal ist, bieten die PSU-Rechner von Be quiet (www.be-quiet.net) und Enermax (www.enermax.de).

Wirkungsgrad bei geringer Auslastung

Durch diverse Energiesparmechanismen von Grafikkarten und Prozessoren verbrauchen die Komponenten im Rechner bei geringer Arbeitslast oft nur sehr wenig Strom. Je nach Leistungsfähigkeit des PCs können das 50 Watt oder weniger sein. Daraus folgt, dass das Netzteil mit sehr geringer Auslastung arbeitet. In unseren Praxis-Tests haben wir auch von zwei Spannungsversorgern den Wirkungsgrad bei niedriger Leistung überprüft. Das 300-Watt-Netzteil erreicht bei einer Ausgangsleistung von 5 Watt immerhin noch 57 Prozent Effizienz. Das 600-Watt-Gerät arbeitet trotz 80-Plus-Platin-Siegel nur mit 37 Prozent Wirkungsgrad. Mit steigender Last klettert auch die Effizienz bei beiden Testkandidaten: Bei 20 Watt arbeitet das 300er schon mit mehr als 80 Prozent. Das 600-Watt-Gerät kommt ab 50 Watt deutlich über 80 Prozent Wirkungsgrad. Ab 100 Watt arbeiten beide Netzteile entsprechend unserer Erwartungen mit knapp 90 beziehungsweise mehr als 90 Prozent Effizienz. Der Praxistest zeigt, dass für leistungsschwache Rechner immer noch ein passend dimensioniertes Netzteil die richtige Wahl ist. Selbst ein 80-Plus-Platin-Netzteil erreicht bei sehr geringer Auslastung schlechte Effizienz-Werte.

Netzteilleistung zu gering?

Eine der häufigsten Fragen in der Community bezieht sich auf die Leistung des Netzteils. Dabei wird die maximale Ausgangsleistung eines Spannungswandlers in Watt angegeben. Diese Energie wird auf die 3,3-, 5- und 12-Volt-Leitungen aufgeteilt. Die meisten PC-Komponenten benötigen aktuell 12 Volt. Daher sind viele Netzteile für diesen Spannungsbereich besonders stark ausgelegt. Schutzschaltungen sollen dafür sorgen, dass weder PC-Bauteile noch das Netzteil an sich beschädigt werden. So schaltet nahezu jedes Netzteil ab, wenn mehr Strom aus dem Spannungswandler gezogen wird, als es liefern kann. Der Rechner geht dann einfach aus. Am praktischen Beispiel kann das so aussehen: Sie spielen ein aufwendiges 3D-Spiel und besonders viele Gegner stürmen auf Sie zu. Prozessor und Grafikkarte arbeiten mit maximaler Kraft und benötigen entsprechend viel elektrische Energie. Der Stromfluss erreicht dadurch den Schwellenwert des Überlastschutzes und das Netzteil schaltet sich samt dem kompletten Rechner aus.

Netzteil ausbauen

Trennen Sie den PC vom Stromnetz und warten Sie ein paar Minuten, damit sich die Kondensatoren entladen. Anschließend ziehen Sie alle Stecker ab: An der Grafikkarte sind es ein oder zwei PCI-Express-Anschlüsse. Vom Mainboard entfernen Sie den ATX- und den P4-/P8-CPU-Stecker und von den Laufwerken die SATA- beziehungsweise Molex-Stecker. Nun müssen Sie nur noch Lüfter abkoppeln, die direkt am Netzteil hängen. Je nach Gehäuse sind die Kabel unter dem Mainboard-Schlitten verlegt. Sind alle Kabel entfernt, lösen Sie die vier Schrauben zwischen Gehäuse und Spannungswandler. Anschließend nehmen Sie das Netzteil einfach heraus.

Netzteile mit festen und abnehmbaren Kabeln

Moderne ATX-Netzteile werden nicht nur in verschiedenen Leistungsstufen angeboten, sie unterscheiden sich auch in der Ausstattung. Einsteigernetzteile bieten oft nur fest eingebaute Kabel. Mittelklasse-Spannungswandler sind mit teilmodularem und High-End-Netzteile mit vollmodularem Kabelmanagement ausgestattet.

Teilmodulares Kabelmanagement

Vollmodulares Kabelmanagement

Fest eingabaute Kabel

Netzteil einbauen

Das Netzteil kann fast immer mit dem Lüfter nach unten eingebaut werden – egal ob der Spannungswandler oben oder unten ins Gehäuse kommt. Schrauben Sie das Netzteil fest und verlegen Sie die Kabel je nach Gehäuse. Bei Geräten mit modularem Kabelmanagement stecken Sie nur die notwendigen Leitungen an. Nun schließen Sie als Erstes das Mainboard (ATX- und CPU-Stecker) an und danach die Laufwerke und gegebenenfalls die Gehäuselüfter sowie sonstige Geräte. Die PCI-Express-Stecker für die Grafikkarte kommen als Letztes an die Reihe. Bei Netzteilen mit mehreren PCI-E-Anschlüssen sollten Sie den nächsten Tipp genau lesen.

PCI-Express-Anschlüsse

Damit ein Überlastschutz (englisch: Over Current Protection, kurz OCP) eines Netzteils effektiv arbeiten kann, wird die 12-Volt-Spannung auf sogenannte Schienen (auch Rails genannt) aufgeteilt. Wie viel Strom maximal über eine Schiene fließen darf, finden Sie im Handbuch des Netzteils. Zudem sind die Rails so aufgeteilt, dass CPU/Mainboard und Grafikkarte getrennt versorgt werden. Bei Netzteilen unter 500 Watt haben Sie sowieso nur zwei PCI-E-Stecker und damit auch keine Wahl. Setzen Sie allerdings einen Spannungswandler mit mehr Leistung ein und müssen Sie sich zwischen vier PCI-E-Stromanschlüssen entscheiden, sollten Sie Folgendes beachten: Prüfen Sie im Handbuch, wie die Stromschienen auf die Stecker aufgeteilt sind, sodass der Grafikkarte nicht der Strom ausgeht. Beispiele: Beim Enermax EPM500AWT und EPM600AWT stehen zwei getrennte Stromschienen für ein Steckerpaar zur Verfügung. Sie haben also maximale Leistung (bis zu 600 Watt), wenn Sie das Steckerpaar einer Leitung anschließen. Bei den größeren Platimax-Netzteilen (EPM750AWT und EPM850EWT) hingegen ist es nur eine Stromschiene. Ähnlich ist es bei der Straight-Power-Serie von Be quiet (siehe auch Extrakasten auf der linken Seite).

Alle Kabel angeschlossen?

- ATX-Stecker & CPU-Stecker
- Grafikkarte: PCI-Express-Stecker
- SSD: SATA-Stromstecker
- Optisches Laufwerk: Molex
- Lüfter: Molex

Anschlussprobleme?

Es gibt immer noch einige Mainboards, die über einen vier- statt achtpoligen CPU-Anschluss verfügen. In diesem Fall lässt sich bei nahezu allen Netzteilen der Achtpol-Stecker teilen, damit er auf ältere Hauptplatinen passt. Ähnlich ist es beim ATX-Anschluss: Alte Mainboards haben nur einen 20- statt 24-poligen Anschluss. In diesem Fall kann der Stecker bei vielen Netzteilen geteilt werden. *(ma)*

Das steckt hinter 80 Plus (Desktop)

Auslastung/ Wirkungsgrad	80 PLUS	80 PLUS BRONZE	80 PLUS SILVER	80 PLUS GOLD	80 PLUS PLATINUM	80 PLUS TITANIUM
10 Prozent	-	-	-	-	-	90 %
20 Prozent	80 %	82 %	85 %	87 %	90 %	92 %
50 Prozent	80 %	85 %	88 %	90 %	92 %	94 %
100 Prozent	80 %	82 %	85 %	87 %	89 %	90 %

Welches Netzteil für welchen Rechner?

Netzteil	Unter 350 Watt	350 bis 400 Watt	450 bis 500 Watt	550 bis 650 Watt
Prozessor	AMD A10-7850K	AMD A10-7850K	Xeon 1230v3	Intel Core i7-4960X
Hauptplatine	A88X+	A88X+	H87	X79
Arbeitsspeicher	4,0 GiByte DDR-2.133	4,0 GiByte DDR-2.133	8,0 GiByte DDR-1.600	8,0 GiByte DDR3-1.866
Grafikkarte	Integriert	750 Ti	R9 280X	780 Ti
Festplatte	120 GByte SSD	120 GByte SSD	240 GByte SSD	480 GByte SSD
Optisches Laufwerk	-	DVD-Brenner	DVD-Brenner/ Blu-Ray	Blu-Ray-Brenner

Bild: Aidbox

Unterschiedliche RAM-Konfigurationen im Leistungsvergleich

Alles richtig belegt?

Bei der Belegung von RAM-Steckplätzen fürchten viele Anwender Leistungsverluste, wenn Module unterschiedlicher Kapazität und in ungerader Anzahl verbaut werden – zu Recht? Wir testen es!

Gemäß einer Umfrage im PC-Games-Hardware-Extreme-Forum mit rund 900 Teilnehmern sitzen in mehr als der Hälfte aller Spiele-PCs 8 GiByte RAM. Rund ein Drittel der Forennutzer setzt bereits auf 16 GiByte. Diese Speichermenge verteilt sich meistens auf zwei Module, seltener auf vier RAM-Riegel.

Die Ausnahme von der Regel

Mit Abweichungen von dieser Standardkonfiguration kommen PC-Spieler also selten in Berührung. Hin und wieder gibt es aber Situationen, in denen eine ungewöhnliche Belegung der RAM-Steckplätze ansteht, beispielsweise beim Defekt eines Moduls oder beim Aufrüsten eines PCs. Kann man drei Module überhaupt im Dual-Channel-Modus betreiben? Ist flüssiges Spielen mit nur einem RAM-Riegel möglich? Diesen und anderen Fragen gehen wir auf den Grund.

Das Testsystem

Aktuelle leistungsfähige Hardware ist die Grundlage für unseren Vergleich von RAM-Konfigurationen. Wir nutzen einen Core i7-4770K auf einem Asus Maximus VI Extreme. Das Mainboard bietet detaillierte Einstellungsmöglichkeiten für Subtimings – dazu später mehr. Kerne und Cache haben wir leicht auf konstante 4,2 GHz beschleunigt, Abweichungen durch den Turbo-Modus gibt es also nicht. Die genutzte Inno 3D Ichill Geforce GTX 780 Herculez X3 Ultra verfügt über ein so gutes Kühlsystem, dass der Boost-Takt von 1.142 MHz in den Benchmarks konstant gehalten wird.

Beim Arbeitsspeicher bedienen wir uns aus drei Corsair-Kits. Standardmäßig greifen wir auf 4-GiByte-Riegel aus dem Set CMD-16GX3M4A2666C10 zurück, 8-GiByte-Module entnehmen wir dem Kit CMY16GX3M2A2400C10R. Bei diesen Sticks handelt es sich um Module, die intern in zwei sogenannte Ranks aufgeteilt sind. Bei einer Memory Rank handelt es sich um eine Verwaltungseinheit, die sich aus mehreren Speicherchips zusammensetzt. Ist ein Riegel aus zwei Ranks aufgebaut, spricht man von dual-ranked. Analog dazu gibt es Single-Rank-Module, bei denen alle verbauten Chips eines Riegels zu einer Rank gehören. Single-Rank-Module lassen sich oft daran erkennen, dass sie nur auf einer Seite der Platine mit Chips bestückt sind. Es besteht allerdings kein zwingender Zusammenhang zwischen der Positionierung der Chips auf dem PCB (single-sided/dual-sided) und der Anzahl der Ranks! Um herauszufinden, inwiefern Ranks Einfluss auf die Geschwindigkeit haben, verwenden wir für eine zusätzliche Testreihe das Kit CMY8GX3M2A1866C9 mit 4 GiByte fassenden Single-Rank-Sticks.

Die Benchmarks

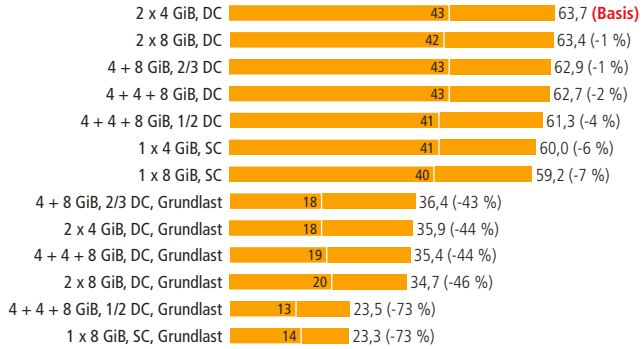
Als Benchmarks dienen einige synthetische Tests (Aida 64), Anwendungen (7-Zip) und Spiele (Crysis 3, Starcraft 2). Zusätzlich verwenden wir das in der Übertakter-Szene beliebte Programm Super Pi. Dieser Benchmark ist zwar technisch veraltet, aber auch bekannt dafür, dass sich Abweichungen bei der RAM-Geschwindigkeit stark und mit nur geringen Schwankungen zwischen einzelnen Durchläufen auswirken. Bei einigen Benchmarks geben wir dieses Mal Min- und Max-Werte an.

Single vs. Dual Channel: Kanalbündelung klar vorne

Legende: DC = Dual Channel, SC = Single Channel, Grundlast = 2 x HCI Memtest Pro mit je 2.000 MB

Starcraft 2: Bei Grundlast besser Dual Channel

v2.0.11, Replay „2 on 2 MP" – 1.280 x 720, maximale Details, kein AA/AF

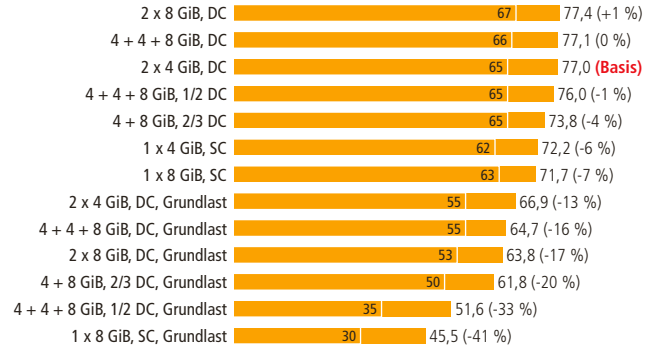


System: Core i7-4770K @ 4,2/4,2 GHz (Kerne/Cache), Asus Maximus VI Extreme (UEFI 0711), Geforce GTX 780; Windows 7 x 64 SP1, Gef. 326.80 **Bemerkungen:** Bei Grundlast gelingt im Single-Channel-Modus nur eine ruckelige Wiedergabe.

Min. Ø Fps
▶ Besser

Crysis 3: Single Channel ist Leistungskiller

v1.2.1.1, Spielstand „Fields" – 1.280 x 720, max. Details, kein AA, 16:1 AF

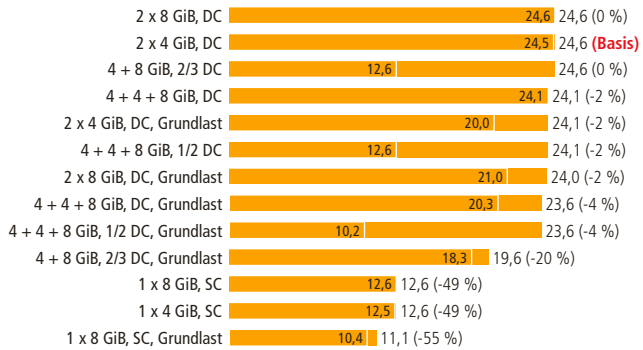


System: Core i7-4770K @ 4,2/4,2 GHz (Kerne/Cache), Asus Maximus VI Extreme (UEFI 0711), Geforce GTX 780; Windows 7 x 64 SP1, Gef. 326.80 **Bemerkungen:** Wenn die gesamte Speichermenge im Dual-Channel-Modus betrieben wird, läuft *Crysis 3* am besten.

Min. Ø Fps
▶ Besser

Aida 64: Niedrige Leserate mit nur einem Stick

v3.00.2590 Beta – RAM-Leserate

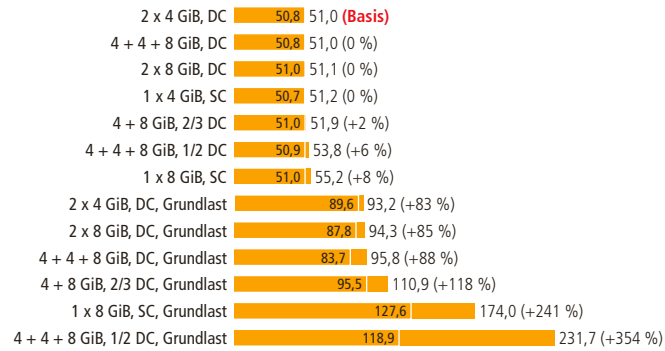


System: Core i7-4770K @ 4,2/4,2 GHz (Kerne/Cache), Asus Maximus VI Extreme (UEFI 0711), Geforce GTX 780; Windows 7 x 64 SP1, Gef. 326.80 **Bemerkungen:** Im partiellen Dual-Channel-Modus fällt die Leistung sporadisch auf das Single-Channel-Niveau ab.

GB/s
Min. Max
▶ Besser

Aida 64: Grundlast trennt Spreu vom Weizen

v3.00.2590 Beta – RAM-Zugriffszeit

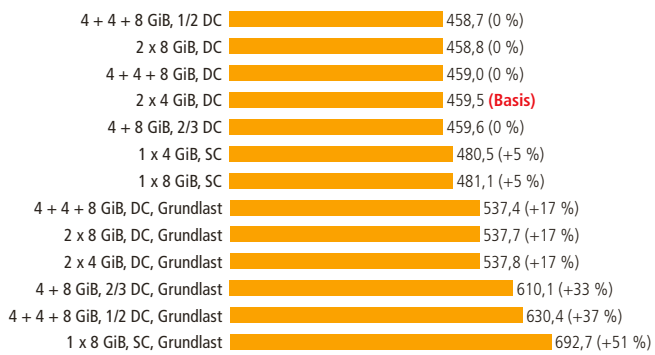


System: Core i7-4770K @ 4,2/4,2 GHz (Kerne/Cache), Asus Maximus VI Extreme (UEFI 0711), Geforce GTX 780; Windows 7 x 64 SP1, Gef. 326.80 **Bemerkungen:** Ohne Grundlast sind die Unterschiede bei der gemessenen Zugriffszeit vergleichsweise gering.

Nano-Sek.
Min. Max
◀ Besser

Super Pi 32M: Ein Modul kann Minuten kosten

Mod v1.5 XS, 32 Millionen Nachkommastellen

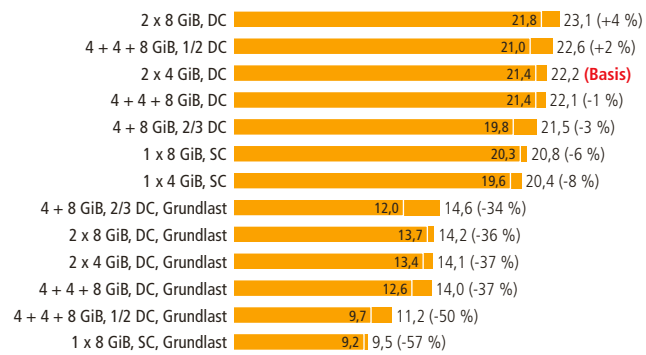


System: Core i7-4770K @ 4,2/4,2 GHz (Kerne/Cache), Asus Maximus VI Extreme (UEFI 0711), Geforce GTX 780; Windows 7 x 64 SP1, Gef. 326.80 **Bemerkungen:** Bei Grundlast liegen über zweieinhalb Minuten Zeitersparnis zwischen 2 x 4 GiByte und 1 x 8 GiByte.

Sekunden
◀ Besser

7-Zip: Dual Channel durchgehend schnell

v9.20, Komprimierung, Wörterbuchgröße 32 MB, 8 Threads



System: Core i7-4770K @ 4,2/4,2 GHz (Kerne/Cache), Asus Maximus VI Extreme (UEFI 0711), Geforce GTX 780; Windows 7 x 64 SP1, Gef. 326.80 **Bemerkungen:** Bei 7-Zip halten sich die Schwankungen zwischen den Minimal- und Maximal-Werten in Grenzen.

MB/s
Min. Max
▶ Besser

Subtimings: Geringer, aber messbarer Effekt

Legende: DC = Dual Channel, Auto-Subt. = vom Mainboard automatisch eingestellte Subtimings

Starcraft 2: 8-GiByte-Lösung am schnellsten

v2.0.11, Replay „2 on 2 MP" – 1.280 x 720, maximale Details, kein AA/AF

System: Core i7-4770K @ 4,2/4,2 GHz (Kerne/Cache), Asus Maximus VI Extreme (UEFI 0711), Geforce GTX 780; Windows 7 x 64 SP1, Gef. 326.80 **Bemerkungen:** Dank aggressiverer Subtimings ist die Konfiguration mit 2 x 4 GiByte schneller.

Min. Ø Fps
▶ Besser

Super Pi 32M: Auto-Subtimings kosten 3–4 Sek.

Mod v1.5 XS, 32 Millionen Nachkommastellen

System: Core i7-4770K @ 4,2/4,2 GHz (Kerne/Cache), Asus Maximus VI Extreme (UEFI 0711), Geforce GTX 780; Windows 7 x 64 SP1, Gef. 326.80 **Bemerkungen:** Durch das Optimieren der Subtimings lassen sich 3 bis 4 Sekunden Berechnungszeit einsparen.

Sekunden
◀ Besser

Aida 64: Leserate mit drittem Modul niedriger

v3.00.2590 Beta – RAM-Leserate

System: Core i7-4770K @ 4,2/4,2 GHz (Kerne/Cache), Asus Maximus VI Extreme (UEFI 0711), Geforce GTX 780; Windows 7 x 64 SP1, Gef. 326.80 **Bemerkungen:** Durch das Optimieren der Subtimings konnten wir die Leserate um 0,3 GB/s steigern.

GB/s
Min. Max
▶ Besser

Aida 64: Subtiming-Optimierung bringt's

v3.00.2590 Beta – RAM-Zugriffszeit

System: Core i7-4770K @ 4,2/4,2 GHz (Kerne/Cache), Asus Maximus VI Extreme (UEFI 0711), Geforce GTX 780; Windows 7 x 64 SP1, Gef. 326.80 **Bemerkungen:** Nach dem Verkürzen der Subtimings ist die Zugriffszeit trotz zusätzlichem 8-GiByte-Modul identisch.

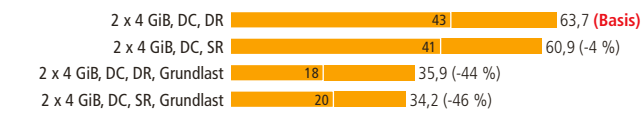
Nano-Sek.
Min. Max
◀ Besser

Single- vs. dual-ranked: Unterschiede bei Grundlast

Legende: DC = Dual Channel, SR = single-ranked, DR = dual-ranked, Grundlast = 2 x HCI Memtest Pro mit je 2.000 MB

Starcraft 2: Dual-ranked für beste Leistung

v2.0.11, Replay „2 on 2 MP" – 1.280 x 720, maximale Details, kein AA/AF



System: Core i7-4770K @ 4,2/4,2 GHz (Kerne/Cache), Asus Maximus VI Extreme (UEFI 0711), Geforce GTX 780; Windows 7 x 64 SP1, Gef. 326.80 **Bemerkungen:** Das Dual-Rank-Pärchen liefert im Durchschnitt ein wenig mehr Fps.

Min. Ø Fps
▶ Besser

Crysis 3: Deutlicher Unterschied bei Grundlast

v1.2.1.1, Spielstand „Fields" – 1.280 x 720, max. Details, kein AA, 16:1 AF

System: Core i7-4770K @ 4,2/4,2 GHz (Kerne/Cache), Asus Maximus VI Extreme (UEFI 0711), Geforce GTX 780; Windows 7 x 64 SP1, Gef. 326.80 **Bemerkungen:** Erst bei Grundlast schneidet die Single-Rank-Lösung deutlich schlechter ab.

Min. Ø Fps
▶ Besser

Aida 64: Dual-ranked liegt vorne

v3.00.2590 Beta – RAM-Leserate

System: Core i7-4770K @ 4,2/4,2 GHz (Kerne/Cache), Asus Maximus VI Extreme (UEFI 0711), Geforce GTX 780; Windows 7 x 64 SP1, Gef. 326.80 **Bemerkungen:** Die Leserate schwankt bei Grundlast stärker, dual-ranked erweist sich aber erneut als schneller.

GB/s
Min. Max
▶ Besser

Aida 64: Kaum Latenz-Unterschiede

v3.00.2590 Beta – RAM-Zugriffszeit

System: Core i7-4770K @ 4,2/4,2 GHz (Kerne/Cache), Asus Maximus VI Extreme (UEFI 0711), Geforce GTX 780; Windows 7 x 64 SP1, Gef. 326.80 **Bemerkungen:** Wie beim Latenz-Test sorgt Grundlast für für eine größere Streuung bei mehreren Messungen.

Nano-Sek.
Min. Max
◀ Besser

Super Pi 32M: Große Differenz bei Grundlast

Mod v1.5 XS, 32 Millionen Nachkommastellen

System: Core i7-4770K @ 4,2/4,2 GHz (Kerne/Cache), Asus Maximus VI Extreme (UEFI 0711), Geforce GTX 780; Windows 7 x 64 SP1, Gef. 326.80 **Bemerkungen:** Werden zwei HCI-Memtest-Pro-Instanzen ausgeführt, wird der Single-Rank-Speicher abgehängt.

Sekunden
◀ Besser

7-Zip: Geringer Leistungsunterschied

v9.20, Komprimierung, Wörterbuchgröße 32 MB, 8 Threads

System: Core i7-4770K @ 4,2/4,2 GHz (Kerne/Cache), Asus Maximus VI Extreme (UEFI 0711), Geforce GTX 780; Windows 7 x 64 SP1, Gef. 326.80 **Bemerkungen:** Unterschiede zwischen single- und dual-ranked gibt es vor allem bei den Minimal-Werten.

MB/s
Min. Max
▶ Besser

Dabei handelt es sich um die niedrigsten und höchsten Ergebnisse, die wir innerhalb einer Messreihe ermittelt haben. Dies ist aufgrund der technisch bedingten zum Teil starken Abweichungen zwischen einzelnen Durchläufen sinnvoll.

Einen speziellen Testmodus für diesen Artikel haben wir in den Benchmark-Diagrammen „Grundlast" genannt. Dahinter verbergen sich zwei Instanzen von HCI Memtest Pro, die dauerhaft jeweils rund 2 GByte Arbeitsspeicher prüfen. Damit lasten wir zwei von acht CPU-Threads aus, sorgen vor allem aber dafür, dass viele Speicherzugriffe erfolgen. Die Grundlast-Ergebnisse ermöglichen Rückschlüsse darüber, wie gut eine RAM-Konfiguration für Multi-Tasking geeignet ist – etwa für eine Stapelverarbeitung von Dateien während des Spielens. Bei allen getesteten RAM-Bestückungen haben wir natürlich sichergestellt, dass die verbaute Speichermenge nicht überschritten wird; denn sobald Daten auf die Festplatte ausgelagert werden, ist kein sinnvoller Vergleich mehr möglich.

Single Channel abgehängt

Gegen zwei 4-GiByte-Riegel hat ein einzelnes 8-GiByte-Modul keine Chance. Die nahezu halbierte Leserate wirkt sich in der Praxis aus: In Crysis 3 liegt das Duo mit 77,0 anstelle von 72,2 Fps klar in Front, auch in Starcraft 2 geht die Dual-Channel-Konfiguration mit 63,7 statt 59,2 Fps als Sieger hervor. Noch stärker sind die Unterschiede ausgeprägt, wenn HCI Memtest Pro im Hintergrund ausgeführt wird: In Starcraft 2 gibt es statt 35,9 nur noch 23,3 Fps. Auch in Crysis 3 schneidet das Einzelmodul mit 45,5 Fps deutlich schlechter ab als das Pärchen (66,9 Fps).

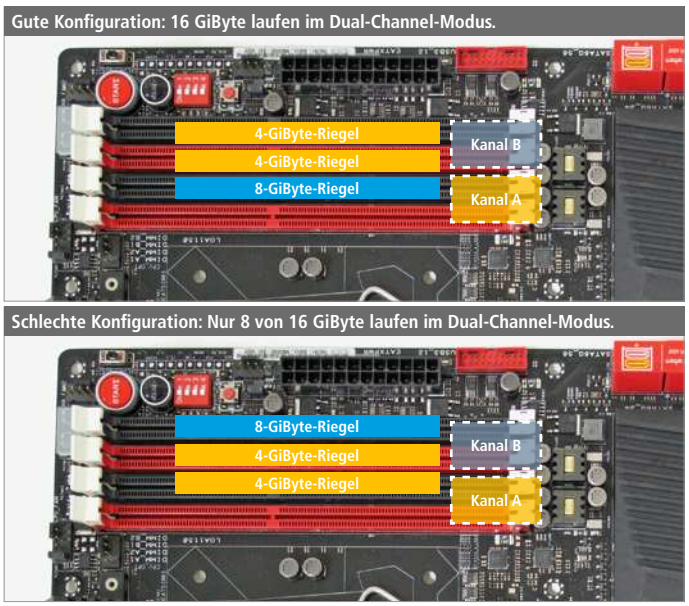
Die Mischung macht's

Ob sich mit drei RAM-Modulen ein vollwertiger Dual-Channel-Betrieb realisieren lässt, hängt von der Kapazität der Module ab. Falls sich die Steckplätze so belegen lassen, dass in beiden Kanälen die gleiche Speichermenge steckt, erhalten Sie die volle Dual-Channel-Leistung. Dies bestätigen unsere Ergebnisse mit einem 8-GiByte-Modul in Kanal A und zwei 4-GiByte-Riegeln in Kanal B. Mit einer verringerten Leistung müssen Sie dann rechnen, wenn die Speichermenge in beiden Kanälen variiert. Dies kann zum Beispiel durch eine falsche Belegung der Steckplätze (siehe rechts) verursacht werden, lässt sich aber nicht immer vermeiden, etwa wenn ingesamt nur zwei Riegel mit unterschiedlicher Kapazität zur Verfügung stehen. Dann läuft nämlich die in beiden Kanälen verfügbare RAM-Menge im Dual-Channel-Modus, die zusätzliche Speichermenge im Kanal mit der höheren Kapazität aber nur im Single-Channel-Modus. Bei Verwendung eines Riegels mit 4 GiByte und eines Moduls mit 8 GiByte werden also 8 GiByte (4 GiByte pro Kanal) im Dual-Channel-Modus, die verbliebenen 4 GiByte nur im Single-Channel-Modus betrieben. Wie unsere Benchmarks zeigen, ordnet sich eine solche Konfiguration wie erwartet leistungstechnisch zwischen einem vollständigen Single- und einem vollständigen Dual-Channel-Betrieb ein. Konfigurationen, in denen nur die Hälfte oder zwei Drittel der gesamten Speichermenge im Dual-Channel-Modus laufen, haben wir in den Benchmarks mit „1/2 DC" beziehungsweise „2/3 DC" gekennzeichnet.

Subtimings

Beim Einsetzen eines 8-GiByte-Moduls erhöht das verwendete Asus-Mainboard automatisch eine Reihe von Subtimings, beispielsweise die Refresh Cycle Time (tRFC) von 128 auf 240. Dies ist grundsätzlich sinnvoll, da Module mit höherer Kapazität im Normalfall entspanntere Subtimings erfordern, damit die Stabilität nicht gefährdet ist. Wie bei den Hauptlatenzen tCAS, tRCD, tRP und tRAS haben aber auch Änderungen an den Subtimings Leistungsveränderungen zur Folge. Daher haben wir für diesen Artikel so weit wie möglich alle Subtimings bei Verwendung von 8-GiByte-Riegeln auf die Werte verschärft, die standardmäßig bei 4-GiByte-Modulen eingestellt werden. (Bei der Refresh Cycle Time ist uns dies beispielsweise nicht gelungen – diese konnten wir aus Stabilitätsgründen nur auf 148 absenken.) Nur das Anpassen der Subtimings ermöglicht es, Leistungsveränderungen durch andere Parameter ohne Verfälschungen zu beurteilen! In Super Pi 32M beispielsweise verlangsamen die automatisch eingestellten Subtimings die Berechnung immerhin um über drei Sekunden.

Die genutzten DDR3-Riegel von oben nach unten: Corsair CMD16GX3M4A2666C10 (4 GiByte, dual-ranked, Samsung-Chips), CMY16GX3M2A2400C10R (8 GiByte, dual-ranked, Hynix-Chips), CMY8GX3M2A1866C9 (4 GiByte, single-ranked, Micron-Chips).



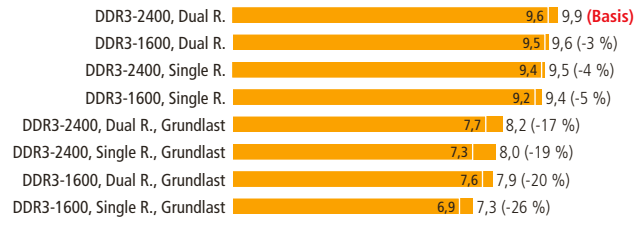
Bei drei Modulen und unterschiedlichen Kapazitäten ist die Gefahr groß, die Riegel falsch auf die Steckplätze zu verteilen. Um keine Leistung zu verschenken, muss die Speichermenge pro Kanal identisch sein. Zu sehen ist das Asus Maximus VI Extreme.

Eine Frage der Ranks

Obwohl Takt, (Sub)timings und Kapazität identisch sind und der Dual-Channel-Modus korrekt funktioniert, kann es Leistungsunterschiede geben. Ursächlich ist eine Technik namens Rank Interleaving. Falls ein Modul mehr als eine Rank vorweist, kann nämlich zum Beispiel in einem Rank noch ein Lese-/Schreibvorgang ablaufen, während im anderen Rank bereits eine Auffrischung des Zelleninhalts stattfindet. Je intensiver auf den Speicher zugegriffen wird, desto größer die Unterschiede: Mit Grundlast wächst der Vorsprung in Super Pi 32M zugunsten von Dual-Rank-RAM von 4 auf 23 Sekunden an! Auch Spiele zeigen Vorteile für Dual-Rank-RAM. Die Anzahl der Ranks ist vor allem dann wichtig, wenn eine integrierte Grafikeinheit den Arbeitsspeicher nutzt. Mehr zum Thema auf den folgenden Seiten.

7-Zip: Zwei Ranks wichtiger als hoher RAM-Takt

v9.20, Komprimierung, Wörterbuchgröße 32 MB, 4 Threads

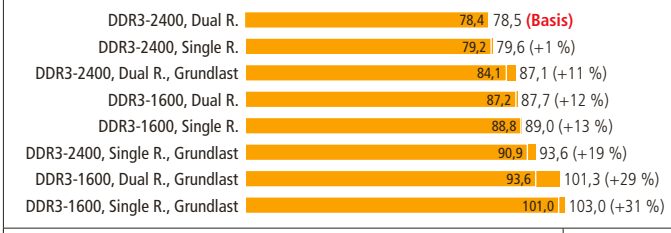


System: A10-7850K BE, Asus A88X-Pro (UEFI 0802), 2 x 4 GiByte DDR3; Windows 7 x 64 SP1, Catalyst 14.1 **Bemerkungen:** Liegt Grundlast an, schwanken die Ergebnisse stärker. Die bestmögliche Leistung gibt es nur mit zwei Ranks, der RAM-Takt ändert eher wenig.

MB/s Min. Max. ▶ Besser

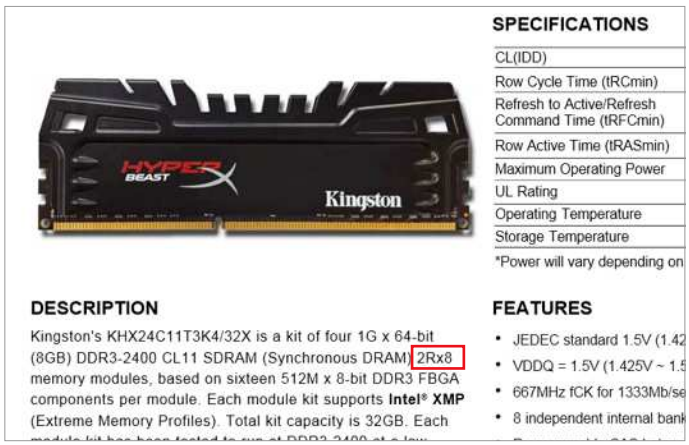
Latenz: Etwas höher mit Single-Rank-RAM

Aida 64, v3.00.2590 Beta – RAM-Zugriffszeit

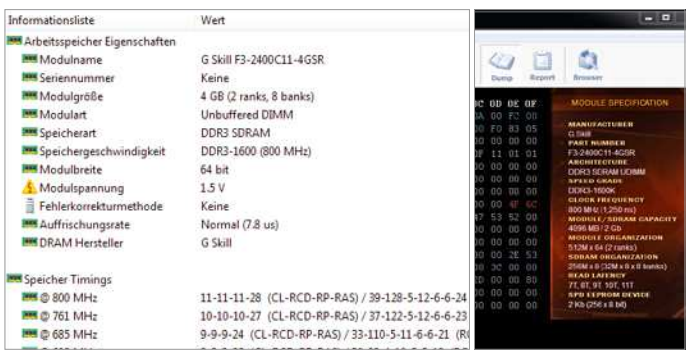


System: A10-7850K BE, Asus A88X-Pro (UEFI 0802), 2 x 4 GiByte DDR3; Windows 7 x 64 SP1, Catalyst 14.1 **Bemerkungen:** Auf Single-Rank-RAM lässt sich ähnlich flott wie auf Dual-Rank-RAM zugreifen, bei Grundlast vergrößert sich der Leistungsunterschied aber.

Nano-Sek. Min. Max. ◀ Besser



In online einsehbaren PDF-Dokumenten gibt Kingston an, ob es sich um Module mit einem (1R) oder mit zwei Ranks (2R) handelt – leider eine löbliche Ausnahme.



Die Anzahl der Ranks verrät Software wie Aida 64 (Abschnitt „Motherboard"/„SPD") oder Thaiphoon Burner (Befehl „Read", Abschnitt „Module Specification").

Single- vs. Dual-Rank

Auf welche Daten achten Sie beim RAM-Kauf? Kapazität? Taktrate? Timings? Spannung? Selbst wenn Sie diese Parameter sorgfältig miteinander abgleichen, können Sie ein Produkt erhalten, das eine geringere Leistung bietet als ein vermeintlich unterlegenes RAM-Kit. Ursächlich dafür ist die interne Organisation von RAM-Modulen, über die viele Hersteller keine Angaben machen.

Ranks? Der Hintergrund

Je mehr Speicherchips sich auf einem RAM-Modul befinden, desto höher fällt theoretisch die Maximalkapazität aus. In der Praxis können allerdings nicht beliebig viele Chips verbaut werden, und zwar nicht nur aus Platzgründen, sondern deshalb, weil das gesamte Kommunikationssystem beherrschbar bleiben muss (dies ist bei DDR-SDRAM besonders wichtig, denn der Standard spezifiziert nur den Speicher als solches, nicht das Gegenstück, den RAM-Controller). Daher lässt sich immer nur eine begrenzte Anzahl von Speicherchips gleichzeitig ansprechen. Ein spezielles Signal namens Chip Select (CS) bestimmt, welche Gruppe von Speicherchips aktuell adressiert oder für Lese- und Schreibzugriffe genutzt werden kann. Diese Gruppen, zwischen denen via Chip Select gewechselt werden kann, werden Rank genannt. Eine Rank besteht also immer aus mehreren Speicherchips, üblicherweise acht. Im Desktop-Markt sind Speichermodule mit einer oder zwei Ranks üblich. Die Leistungsunterschiede zwischen Single-Rank-Modulen und Dual-Rank-Riegeln kommt durch eine Technik namens Rank Interleaving zustande: Während der Inhalt der Speicherzellen einer Rank aufgefrischt wird, können Operationen in der anderen Rank durchgeführt werden. Falls nur eine Rank existiert, entfällt natürlich diese Möglichkeit.

Der Vergleichstest

Als APU dient AMDs aktuelles Topmodell namens A10 7850K BE, dessen integrierte Radeon R7 die Bildausgabe übernimmt. Beim Speicher setzen wir auf zwei Kits mit 2 x 4 GiByte, jeweils ein Pärchen mit Single-Rank-Sticks und eines mit Dual-Rank-Modulen. Als Mainboard nehmen wir für diesen Test ein Asus A88X-Pro. Um vergleichen zu können, wie stark die Anzahl der Ranks gegenüber der Taktrate des Arbeitsspeichers ins Gewicht fällt, gehen wir alle Tests sowohl mit 1.200 MHz (DDR3-2400) und den Timings 10-12-12-31 2T sowie mit 800 MHz (DDR3-1600) und den Latenzen 9-9-9-27 2T durch. Alle Benchmarks führen wir zusätzlich auch mit Hintergrundlast durch. Dabei handelt es sich um eine Instanz des Speicherprüfprogramms HCI Memtest Pro, die wir 2.000 MByte testen lassen, welche dafür sorgt, dass intensiv auf den Arbeitsspeicher zugegriffen wird. Da diese Grundlast teilweise für starke Abweichungen zwischen einzelnen Messwerten sorgt, geben wir bei den Benchmarks Aida 64 und 7-Zip ausnahmsweise Min- und Max-Werte an. Dabei handelt es sich um die besten und schlechtesten Ergebnisse, die wir erhalten haben.

Die Ergebnisse

Als Optimallösung in sämtlichen Benchmarks erweist sich wenig überraschend DDR3-2400-RAM mit zwei Ranks. In Grafik-Benchmarks ist DDR3-2400-Speicher mit Single-Rank-Aufbau 2 bis 7 Prozent langsamer. Der Unterschied befindet sich im Einklang mit den Ergebnissen des RAM-Benchmarks von Aida 64: Demzufolge ist die Leserate um 6 Prozent geringer und die Zugriffszeit um 1 Prozent höher. Deutlich geringer sind die Unterschiede in lediglich prozessorlastigen Benchmarks: Sowohl 7-Zip, als auch unsere CPU-Tests zeigen Unterschiede von 0 bis 3 Prozent. Lohnt es sich, DDR3-1600-Module mit zwei Ranks zu verwenden anstatt zu DDR3-2400-Sticks mit nur einer Rank zu greifen? Klare Antwort: Nein, denn immer dann, wenn der Unterschied zwischen single- und dual-ranked eine Rolle spielt, wirkt sich auch der RAM-Takt auf die Systemleistung aus. Der Taktvorteil von DDR3-2400 ist so groß, dass die Anzahl der Ranks eine untergeordnete Rolle spielt. Aber: Single-Rank-RAM ist nicht grundsätzlich lang-

sam, sondern Dual-Rank-RAM ist pro Takt lediglich flotter. Ein übertaktungsfreudiges Single-Rank-Kit kann in der Praxis also die gleiche Leistung bieten wie ein niedriger getakteter Dual-Rank-Speicher, weil der RAM-Takt oft vom Speichercontroller begrenzt wird.

Dual-Rank-Garantie?

Bei Spiele-PCs wird nur selten die Anzahl der Ranks angegeben, gelegentlich ist die Angabe auf der Website zu finden. Um herauszufinden, ob es bestimmte Kriterien gibt, anhand derer man vor dem Einbau erkennen kann, ob es sich um ein Modul mit einem oder zwei Ranks handelt, haben wir über 30 Kits analysiert und die Ergebnisse in der Tabelle am Ende dieses Artikels zusammengefasst.

Sind auf beiden Seiten acht Chips verbaut, handelt es sich um ein Dual-Rank-Modul. Sitzen nur auf einer Seite der Platine acht Speicherbausteine, handelt es sich um einen Single-Rank-Riegel. Das Problem: Falls Sie den Arbeitsspeicher nicht vor Ort kaufen und mit Erlaubnis des Händlers aus der Packung nehmen dürfen, lässt sich kaum feststellen, wie die Chips auf einem RAM-Stick verteilt sind.

Bei allen ausgewerteten 8-GiByte-Riegeln handelt es sich um Dual-Rank-Speicher. Falls Sie also 16 GiByte RAM benötigen und Wert darauf legen, Dual-Rank-Sticks zu erhalten, sollten Sie nach einem Dual-Channel-Pärchen suchen. DDR3-RAM mit zwei Ranks ist also nach unseren Recherchen eher die Regel als die Ausnahme. *(sw)*

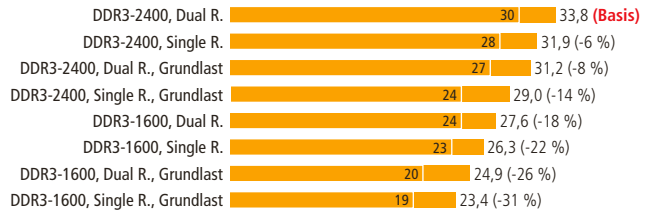
Fazit

Single- vs. Dual-Rank-RAM

Die Benchmarks zeigen es klar: RAM-Module mit zwei Ranks sind bei gleichen Taktraten und Latenzen flotter. Der Abstand ist aber nicht so groß, dass es sich für Besitzer von Single-Rank-Modulen lohnt, den Arbeitsspeicher zu tauschen. Die geringere Effizienz lässt sich – je nach System – mit etwas Overclocking kompensieren.

Crysis 3: DDR3-2400 zahlt sich aus

„Fields" – 1.280 x 720, mittlere. Details ohne Motion Blur, kein AA, 16:1 AF

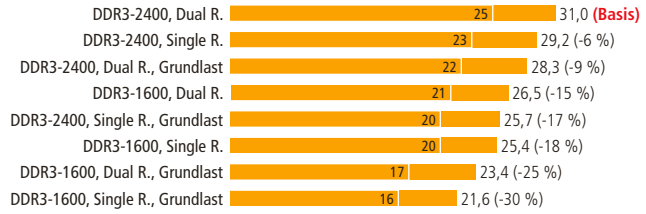


System: A10-7850K BE, Asus A88X-Pro (UEFI 0802), 2 x 4 GiByte DDR3; Windows 7 x 64 SP1, Catalyst 14.1 **Bemerkungen:** Ein hoher RAM-Takt lohnt sich: Selbst wenn ein Kern mit HCI Memtest belastet wird, ist jede DDR3-2400-Konfiguration schneller als DDR3-1600.

Min. Ø Fps
▶ Besser

Skyrim: Single-Rank über 5 Prozent langsamer

„Weißlauf" (CPU-lastig) – 1.280 x 720, maximale Details, 8xAA, 16:1 AF



System: A10-7850K BE, Asus A88X-Pro (UEFI 0802), 2 x 4 GiByte DDR3; Windows 7 x 64 SP1, Catalyst 14.1 **Bemerkungen:** Der Spielstand fordert mit einer hohen Weitsicht vor allem den CPU-Teil der APU. Eine zusätzliche Rank pro Modul bringt rund 2 Fps mehr.

Min. Ø Fps
▶ Besser

Überblick: Wie sind aktuelle und ältere DDR3-RAM-Module aufgebaut?

Produkt	Produktnummer	Speichertyp	Chip-Bestückung	Speicherchips pro Modul	Kapazität pro Chip	Ranks
Adata XPG Gaming	AX3U1600GC4G9-DG2	2 x 4 GiByte DDR3-1600 (9-9-9-24), 1,65 Volt	Beidseitig	16 Stück	256 MiByte	2
Avexir Blitz Series 1.1 Original	AVD3U16000904G-2BZ1	2 x 4 GiByte DDR3-1600 (9-9-9-24), 1,50 Volt	Einseitig	8 Stück	512 MiByte	1
Avexir Core Series Mpower Edition	AVD3U24001004G-2CM	2 x 4 GiByte DDR3-2400 (10-12-12-31), 1,65 Volt	Einseitig	8 Stück	512 MiByte	1
Corsair Dominator Platinum	CMD16GX3M4A2133C9	4 x 4 GiByte DDR3-2133 (9-11-10-30), 1,50 Volt	Beidseitig	16 Stück	256 MiByte	2
Corsair Dominator Platinum	CMD16GX3M4A2666C10	4 x 4 GiByte DDR3-2666 (10-12-12-31), 1,65 Volt	Beidseitig	16 Stück	256 MiByte	2
Corsair Vengeance	CMZ8GX3M2A1600C9G	2 x 4 GiByte DDR3-1600 (9-9-9-24), 1,35 Volt	Beidseitig	16 Stück	256 MiByte	2
Corsair Vengeance LP	CML8GX3M2A1600C9W	2 x 4 GiByte DDR3-1600 (9-9-9-24), 1,35 Volt	Beidseitig	16 Stück	256 MiByte	2
Corsair Vengeance Pro	CMY16GX3M2A240010R	2 x 8 GiByte DDR3-2400 (10-12-12-31), 1,65 Volt	Beidseitig	16 Stück	512 MiByte	2
Corsair Vengeance Pro	CMY8GX3M2A1866C9	2 x 4 GiByte DDR3-1866 (9-10-9-28), 1,50 Volt	Einseitig	8 Stück	512 MiByte	1
Crucial	CT25664BA1339	1 x 2 GiByte DDR3-1333 (9-9-9-27), 1,50 Volt)	Einseitig	8 Stück	256 MiByte	1
Crucial Ballistix	BL12864BA2009	2 x 1 GiByte DDR3-2000 (9-9-9-28), 1,90 Volt	Einseitig	8 Stück	128 MiByte	1
Crucial Ballistix Sport	BLS2CP4G3D1609DS1S00CEU	2 x 4 GiByte DDR3-1600 (9-9-9-24), 1,50 Volt	Beidseitig	16 Stück	256 MiByte	2
Crucial Ballistix Sport VLP	BLS2C4G3D1609ES2LX0CEU	2 x 4 GiByte DDR3-1600 (9-9-9-24), 1,35 Volt	Beidseitig	16 Stück	256 MiByte	2
Crucial Ballistix Tactical	BLT2CP8G3D1869DT1TX0EU	2 x 8 GiByte DDR3-1866 (9-9-9-27), 1,50 Volt	Beidseitig	16 Stück	512 MiByte	2
Crucial Ballistix Tactical Tracer	BLT2CP4G3D1869DT2TXRGCEU	2 x 4 GiByte DDR3-1866 (9-9-9-27), 1,50 Volt	Beidseitig	16 Stück	256 MiByte	2
Crucial Ballistix Tracer	BL2KIT25664TB1608	2 x 2 GiByte DDR3-1600 (8-8-8-24), 1,65 Volt	Beidseitig	16 Stück	128 MiByte	2
GEIL Evo Veloce	GEV316GB2133C10ADC	2 x 8 GiByte DDR3-2133 (10-11-11-30), 1,50 Volt	Beidseitig	16 Stück	512 MiByte	2
G.Skill Ripjaws X	F3-12800CL7D-8GBXH	2 x 4 GiByte DDR3-1600 (7-8-7-24), 1,65 Volt	Beidseitig	16 Stück	256 MiByte	2
G.Skill Ripjaws X	F3-17000CL11D-8GBXL	2 x 4 GiByte DDR3-2133 (11-11-11-30), 1,50 Volt	Beidseitig	16 Stück	256 MiByte	2
G.Skill Ripjaws X	F3-1600C9D-16GXM	2 x 8 GiByte DDR3-1600 (9-9-9-25), 1,50 Volt	Beidseitig	16 Stück	512 MiByte	2
G.Skill Sniper	F3-2400C11D-8GSR	2 x 4 GiByte DDR3-2400 (11-13-13-31), 1,65 Volt	Beidseitig	16 Stück	256 MiByte	2
G.Skill Trident X	F3-2400C10D-16GTX	2 x 8 GiByte DDR3-2400 (10-12-12-31), 1,65 Volt	Beidseitig	16 Stück	512 MiByte	2
G.Skill Trident X	F3-2400C10D-8GTX	2 x 4 GiByte DDR3-2400 (10-12-12-31), 1,65 Volt	Beidseitig	16 Stück	256 MiByte	2
Kingston Hyper X Beast	KHX18C9T3K4/16X	4 x 4 GiByte DDR3-1866 (9-11-9-x), 1,65 Volt	Beidseitig	16 Stück	256 MiByte	2
Kingston Hyper X Beast	KHX24C11T3K4/32X	4 x 8 GiByte DDR3-2400 (11-13-13-32), 1,65 Volt	Beidseitig	16 Stück	512 MiByte	2
Kingston Hyper X Genesis	KHX1600C9D3/4G	1 x 4 GiByte DDR3-1600 (9-9-9-27), 1,65 Volt	Beidseitig	16 Stück	256 MiByte	2
Kingston Hyper X Genesis	KHX1866C9D3K2/8GX	2 x 4 GiByte DDR3-1866 (9-11-9-27), 1,65 Volt	Beidseitig	16 Stück	256 MiByte	2
Kingston Hyper X Predator	KHX24C11T2K2/8GX	2 x 4 GiByte DDR3-2400 (11-13-13-30), 1,65 Volt	Beidseitig	16 Stück	256 MiByte	2
Patriot Viper 3 Black Mamba	PV38G213C1K	2 x 4 GiByte DDR3-2133 (11-11-11-27), 1,50 Volt	Einseitig	8 Stück	512 MiByte	1
Patriot Viper 3 Low Profile	PVL38G213C1K	2 x 4 GiByte DDR3-2133 (11-11-11-27), 1,50 Volt	Einseitig	8 Stück	512 MiByte	1
Teamgroup Vulcan	TLD38G2400HC11CDC01	2 x 4 GiByte DDR3-2400 (11-13-13-35), 1,65 Volt	Einseitig	8 Stück	512 MiByte	1
Teamgroup Zeus	TZYD38G2133HC11ADC01	2 x 4 GiByte DDR3-2133 (11-11-11-31), 1,65 Volt	Einseitig	8 Stück	512 MiByte	1

Bild: Digital Revolution

Tangiert nur peripher

Beim Aufrüsten geht es nicht immer nur um die inneren Werte des Spielerechners. Auch das Drumherum braucht manchmal eine Auffrischung: Mäuse, Tastaturen und Monitore im Blick.

Ganz klar, ein schneller Prozessor und eine fixe Grafikkarte sind ein Muss für jeden Gaming-PC. Aber auch die Komponenten drumherum dürfen nicht vergessen werden, insbesondere wenn es sich um die Peripherie handelt, mit der wir uns tagtäglich beschäftigen müssen.

Augenschmaus

Was nützt der schnellste Pixelschubser, wenn auf dem alten CRT-Röhrenmonitor oder aber dem 4:3-Office-TFT nur ein matschiges Bild angezeigt wird? Nicht nur beim täglichen Surfen und Arbeiten, auch beim Spielen ruht unser Blick ständig auf dem Monitor, daher lohnt es sich, ein paar Euro mehr in die Hand zu nehmen, um sehr gute Bildqualität gewährleistet zu bekommen. Vor allem in Anbetracht der Tatsache, dass der durchschnittliche Lebenszyklus eines Monitors deutlich länger ausfällt als der von allen anderen Komponenten.

Aus diesem Grund haben wir uns unterschiedliche Anwendungsszenarien und Nutzertypen genau angeschaut und stellen diese auf vier Seiten in diesem Artikel vor. Dabei geht's vom Full-HD-Mainstream bis hin zum 4K-Ultra-HD-Enthusiasten. In jeder Kategorie stellen wir zudem ein Modell vor, das sowohl in Preis als auch Leistung besticht.

Eine Frage des Gefühls

Natürlich wollen wir auch ein weiteres wichtiges Peripheriegerät nicht vergessen, ohne das die tägliche Arbeit mit dem Rechner kaum vorzustellen wäre: die Tastatur. Lange Zeit blieb diese unbeachtet, bis sich vor einigen Jahren der Trend zu Multimedia- und Gaming-Tastaturen durchsetzte. Diese zeichnen sich vor allem durch zusätzliche Tasten und umfangreiche Programmierbarkeit aus. Auch beleuchtete Modelle finden durch Gaming-Keyboards weite Verbreitung.

Ebenfalls immer populärer geworden sind sogenannte mechanische Tastaturen. Diese verwenden besonders hochwertige Schalter, bei denen die Auslösekraft einer jeden Taste genau definiert ist. Je nach Vorliebe sind die passenden Schalter in verschiedenen Varianten erhältlich, die sich hinsichtlich Auslösekraft unterscheiden. Weit verbreitet sind die Varianten Cherry-MX-Black und MX-Blue. Die Schalterfarben Braun und Rot sind ebenfalls sehr gut für Gaming geeignet, in Deutschland aber noch wenig verfügbar. Wir stellen Ihnen zwei empfehlenswerte Tastaturen vor.

Handschmeichelei

Das wichtigste Handwerkszeug beim Spielen mit dem PC liegt in der Hand: die Maus. Gaming-Nager sind in den vielfältigsten Varianten und Preissegmenten erhältlich, wir stellen zwei Modelle vor. Dabei haben wir versucht, die bestmögliche Kombination aus umfangreicher Ausstattung, absoluter Präzision und guter Verarbeitung zu einem bestimmten Preis zu treffen.

Roccat Isku: Gaming-Keyboard mit praktischen Daumentasten

Wer eine umfangreich ausgestattete Spieler-Tastatur mit gutem Druckpunkt und Verarbeitung sucht, trifft mit der Isku die richtige Wahl.

Die Isku bietet alles, was man von einer spieletauglichen Tastatur erwartet. Die Beleuchtung ist in sechs Stufen regelbar, die von der Kone [+] bekannte Easy-Shift-Funktion zur Doppelbelegung der Tasten ist auch an der Isku vorhanden und für Makros stehen insgesamt 36 Tasten zur Verfügung. Dazu kommen drei Daumen- sowie acht Multimedia-/Office-Tasten und fünf in der Tastatur speicherbare Profile. Damit die Ergonomie nicht zu kurz kommt, spendiert Roccat der Isku eine nicht abnehmbare, aber leicht angeraute Ablage, die genug Fläche für den kompletten Handballen bietet, sowie eine Höhenverstellung, die sogar auf der Unterseite gummiert ist; das macht das Keyboard absolut rutschfest.

Das Layout der 123 mittelhohen Tasten entspricht dem Standard, alle Tasten lassen sich problemlos erreichen. Selbst die Position der drei Daumentasten hat Roccat gut gewählt. Da sowohl unter den Haupt- als auch den Makro- und F-Tasten dieselbe Gummidom-Matte liegt, unterscheiden sich ihre Druckpunkte nicht. Der von Roccat mit 55 Gramm angegebene Aktivierungsdruck sowie der kurze Druckweg von 3,8 mm sorgen für einen harten, präzisen Druckpunkt und einen angenehm direkten Anschlag. Das reicht schon fast an das Tippgefühl mechanischer Tasten heran. Der Druckpunkt und Anschlag der Multimedia- und Office-Tasten fallen dagegen deutlich ab.

Gigabyte Aivia Osmium: Günstiges Gaming-Keyboard

Natürlich sind 90 Euro kein Schnäppchen, angesichts der tollen Verarbeitung und der Ausstattung ist die Aivia aber dennoch preiswert.

Gigabytes Aivia Osmuim ist die erste mechanische Tastatur, die mit einem USB-3.0-Anschluss bestückt ist. Zudem bietet sie eine Beleuchtung, Multimedia-Tasten, internen Speicher, eine Profilverwaltung und eine Makrofunktion. Letztendlich ist es jedoch die Art und Weise, wie Gigabyte die verschiedenen Ausstattungselemente realisiert, die für Bestnoten sorgt: Das Regeln der Beleuchtungsintensität sowie der Lautstärke inklusive Ab-/Stummschaltung erfolgt nicht per zweifach belegten F-Tasten oder per Tasten im Zehnerblock, sondern mit je einem Scrollrad, das sich an einer Art Anbau an der linken Hinterseite des Gehäuses befindet. Dass Gigabyte hier auch fünf separate (!) Makrotasten unterbringt und diese nicht links neben dem Haupttastenfeld positioniert, wo sie ungewollt anstelle der Strg- oder Umschalttaste ausgelöst werden, ist ebenfalls sehr vorteilhaft. Dazu kommen eine Höhenverstellung, die verschiedene Neigungswinkel ermöglicht, sowie eine ausreichend groß dimensionierte Handballenablage – beides garantiert eine optimale Ergonomie. Unser Testmodell der Gigabyte Aivia Osmium war mit Cherry-MX-Red-Schaltern bestückt. Der mit 45 Gramm geringe Aktivierungsdruck der roten Cherrys wird jedoch nicht von jedem Vieltipper bevorzugt, trotzdem eignet sie sich dank ihrer sehr guten Ergonomie und funktionalen Ausstattung auch optimal als Schreibgerät. Außerdem ist die Tastatur mittlerweile mit braunen Schaltern erhältlich, die Vieltippern besser gefallen könnten.

Logitech G502 Proteus Core: Der Gaming-Dominator

Wer auf der Suche nach der besten Gaming-Maus auf dem Markt ist, wird hier fündig: Bei der Logitech G502 stimmt fast alles.

Neben dem neuen, von Logitech selbst entwickelten 12.000-Dpi-Sensor hat die nur für Rechtshänder geeignete G502 Proteus Core weitere Vorzüge zu bieten. Das fängt bei der Ausstattung an, die mit sechs Zusatztasten, einer Profil- und Makroverwaltung (32 Bit ARM CPU) inklusive Speicher, einer deaktivierbaren Scrollrad-Rasterung sowie einer Daumenablage umfangreich ausfällt. Dazu kommt ein spezielles Gewichtssystem, mit dem die G502 Proteus Core um 5 x 3,6 g schwerer gemacht werden kann, wobei eine Schwerpunktverlagerung nach vorne, hinten, links oder rechts möglich ist. Das wirkt sich genauso positiv auf die Ergonomie aus wie die gummierten und daher griffigen Seitenteile. Da Logitech wie schon bei der G602 die Länge der beiden Haupttasten an die des Zeige- und Mittelfingers anpasst, den Korpus flach hält und dessen Heck ausreichend lang dimensioniert, bietet die G502 auch großen Spielerhänden eine sehr gute Ergonomie. Lob gibt es auch für die knackigen Druckpunkte aller Tasten. Doch nicht nur die geringe Hubhöhe (Lift-off-Distanz) und die einzigartige Abtastrate von 12.000 Dpi machen den Sensor der G502 zur neuen Referenz, auch seine Präzision beeindruckt. Denn bereits eine horizontale/vertikale Mausbewegung von wenigen Millimetern wird in eine sichtbare Zeigerbewegung auf dem Bildschirm umgesetzt – mit etwas Übung ließen sich sogar feine Zeichnungen mit der Linienfunktion von MS Paint durchführen, auch weil die Pfadbegradigung (Angle Snappin) angeschaltet ist.

Logitech G400: Nachfolger der legendären MX 518

Welche Gaming-Maus bis 40 Euro ist wirklich empfehlenswert? Bei dieser Frage sind wir immer wieder bei der Antwort „G400" gelandet.

Da Logitech die ergonomische und auch für Spieler mit großen Händen geeignete Form der MX518 beibehält, liegt die G400 sehr gut in der Hand. Ein weiteres Plus: Der Hersteller ersetzt die verzierte, glatte Oberschale durch ein schlichtes, aber angerautes Pendant, das macht die G400 noch griffiger, zumal auch Logitechs neue Spielermaus gummierte Seitenteile besitzt. Die Erreichbarkeit der fünf Zusatztasten bleibt mit Ausnahme des viel zu weit hinten positionierten zweiten Knopfs unterhalb des Mausrads optimal. Zu den Vorzügen der G400 gehören die knackig direkten Druckpunkte für die beiden Haupt- und Seitentasten. Warum Logitech allerdings die sehr direkte Scrollrad-Rasterung des Originals gegen eine nicht definiert genug und mit zu viel Leerlauf einrastende Variante bei der Neuauflage eintauscht, ist unverständlich. Dafür verbessern die größeren und von den anderen Modellen der G-Serie übernommenen Mausfüße die Gleitfähigkeit. Wer auf eine Sonderausstattung wie Zusatzgewichte, einen Profilspeicher oder eine maximale Abtastrate jenseits der 5.000-Dpi-Marke verzichten kann, erwirbt für günstige 35 Euro eine empfehlenswerte Spielermaus mit einer Top-Ergonomie und anstandslosen Leistung. Mit der G400 präsentiert Logitech die modernisierte Variante der MX518, die wie der „Altmeister" das Potenzial zur Legende hat. Lediglich die schlechtere Qualität der Mausrad-Rasterung trübt den ansonsten durchweg positiven Eindruck.

Full HD für den Mainstream

Die große Mehrheit der PC-Spieler setzt auf Monitore mit 24- oder 27-Zoll-Bilddiagonale. Die gängigste Auflösung ist dabei Full HD: 1.920 x 1.080 Pixel, manchmal auch 1.080p genannt. Das ergibt eine Gesamtzahl von knapp über zwei Millionen Pixeln, was für ein angenehm scharfes Bild völlig ausreichend ist.

Gute Bildqualität

Während insbesondere die Konsolen der älteren Generation ihr Bild häufig noch in der Auflösung 1.280 x 720 berechnen und anschließend hochskalieren, bekommen PC-Spieler üblicherweise ein natives Full-HD-Bild vorgesetzt. Das bedeutet, dass die intern zur Berechnung verwendete Auflösung mit der Pixelanzahl des Ausgabemonitors übereinstimmt. Da so keine Interpolation des Bildinhalts stattfinden muss, wirkt das Bild merklich schärfer.

Sollte ein Spiel bei Ihnen ruckeln, versuchen Sie daher zunächst Details zu reduzieren, bevor Sie die Auflösung verringern, um ungewollte Schärfeverluste zu vermeiden.

Wenn Sie hingegen Leistungsreserven haben und die Bildqualität noch weiter verbessern wollen, empfiehlt es sich, auf die diversen Kantenglättungsmodi der Spiele zurückzugreifen. Damit werden Pixeltreppen geglättet und das Bild wird ruhiger und flimmert besonders in Bewegung deutlich weniger. Die Performancekosten können je nach Berechnungsmethode sehr hoch ausfallen. Wägen Sie vor dem Einsatz also ab, ob Sie auf hochwertige Hardwarekantenglättung wie MSAA oder aber auf schnellere Softwarevarianten wie FXAA setzen möchten.

Gute Performance

Full HD ist bei Spielern aber nicht nur wegen der guten Bildqualität beliebt, sondern auch wegen der guten Performance. Dank stetiger Treiberoptimierungen und aktuell nur mäßig steigender Systemanforderungen von beliebten Spielen wie etwa Assassin's Creed 4: Black Flag sind oftmals bereits Mittelklasse-Grafikkarten und -Prozessoren in der Lage, ein flüssiges Full-HD-Bild auf den Monitor zu zaubern. Daraus ergibt sich, dass Full-HD-Geräte besonders geeignet für den Mainstream sind, nicht zuletzt wegen des guten Preis-Leistungs-Verhältnisses.

Spieletaugliche Modelle sind bereits ab etwa 120 Euro zu haben. In der Redaktion testen wir fortlaufend die neuesten Modelle und analysieren die jeweiligen Stärken und Schwächen. In diesem klassischen Mittelklassesegment kam es uns vor allem auf ein rundes Gesamtpaket aus Preis, Verarbeitung, Bildqualität und Spieletauglichkeit an.

Unsere Empfehlung ist daher auf den Asus VS248H gefallen, der für rund 160 Euro alle Eigenschaften mitbringt, die für PC-Spieler wichtig sind. Mehr Details im Kasten.

Asus VS248H: Allrounder für preisbewusste Spieler

Wer keine speziellen Anforderungen an sein Display stellt und vor allem spielen möchte, findet mit dem Asus VS248H einen guten Partner.

Der Asus VS248H wandert aktuell für rund 160 Euro über die Ladentheke und bietet auch für Spieler ansehnliche Eigenschaften: Mit einem Inputlag von 3 ms und einer Reaktionszeit von 2 ms bewegt er sich im Vergleich zu anderen Konkurrenten an der Spitze unserer getesteten Geräte.

Schlieren waren kaum zu sehen. Gleiches gilt übrigens auch für die Koronabildung. Bei der maximalen Helligkeitseinstellung haben wir 267 cd/m² gemessen, ein guter, wenn auch nicht überragender Wert, der einem Wattverbrauch von 23,5 im laufenden Betrieb entspricht.

Im Stand-by-Modus lesen wir indes nur 0,9 Watt von unserem Messgerät ab, passabel, aber ebenfalls kein absoluter Spitzenwert. Angesichts des Preises und der restlichen Ergebnisse aber auch nicht tragisch. Weiterhin bietet der Asus VS248H eine gute Farbbrillanz und Farbechtheit. Das zahlt sich unter anderem bei Bild- oder Videobearbeitung aus, was beispielsweise Let's-Player oder Photoshop-experten zu schätzen wissen dürften.

Ergonomieoptionen liefert der Asus VS248H kaum: Das Display lässt sich lediglich um 25 Grad neigen.

Der Bildschirm kann mit der Grafikkarte auf mannigfaltige Weise verbunden werden. Zur Verfügung stehen ein D-Sub, ein DVI-D und ein HDMI-Anschluss. Auf den neueren Displayport hat Asus allerdings verzichtet, was in unseren Augen aber verschmerzbar ist. Verbinden Sie den VS248H idealerweise per HDMI oder DVI-D. Durch die analoge Übertragung leidet die Bildqualität beim Nutzen der D-Sub-Schnittstelle spürbar.

Fazit: Der Asus VS248H bietet ein herausragendes Leistungsergebnis. Besonders die Reaktionszeit und der niedrige Preis von nur 160 Euro sind hier als positive Eigenschaft zu nennen. Der Energieverbrauch ist hingegen nur mittelmäßig gut.

Bild: MEV

120-/144-Hertz für Shooter-Experten

Wer gerne schnelle Shooter oder auch Rennspiele spielt, der wünscht sich einen besonders fixen Bildaufbau und möglichst geringe Reaktionszeiten, idealerweise gepaart mit einer geringen Signallaufzeit.

Stotterer

Sie kennen das Problem vielleicht: Obwohl die Bildwiederholrate Ihres Lieblingsspiels im grünen Bereich liegt und 60 Bilder pro Sekunde angezeigt werden, fühlt sich das Bild trotzdem leicht ruckelig an, insbesondere sehr schnelle Bewegungen wirken etwas hakelig und unrund.

Das könnte daran liegen, dass Ihr Monitor vermutlich nur mit einer Bildwiederholfrequenz von maximal 60 Hertz arbeitet. Das bedeutet, dass der Bildschirminhalt maximal 60 Mal pro Sekunde aktualisiert wird. In extrem schnellen Shootern wie beispielsweise Counter-Strike: Global Offensive kann dies zu einem unangenehmen Stottern des Bildes führen.

Mehr Bilder

Abhilfe schaffen hier 120- beziehungsweise 144-Hertz-Monitore. Wie der Name bereits andeutet, können solche Geräte das Bild mehr als doppelt so oft pro Sekunde neu darstellen, was in einem wesentlich ruhigeren Bild resultiert.

Sogar die Bildschärfe nimmt zu, obwohl die meisten Monitore in diesem Segment auch nur über die handelsübliche Full-HD-Auflösung verfügen. Die gewonnene Bildqualität liegt in der verminderten Bewegungsunschärfe begründet. Durch den schnelleren Bildaufbau verwaschen Texturen und Objekte weniger stark, wodurch die Schärfe zunimmt.

Ich seh nix!

In den zahlreichen Foren im Internet wird immer wieder gerne über den Sinn oder Unsinn dieser Technologie diskutiert: Die eine Partei hält es für ein überteuertes Marketinggimmick ohne echten Nutzen im täglichen oder gar professionellen Spielebetrieb. Die „Opposition" behauptet freilich das Gegenteil: Insbesondere im E-Sport wäre es kaum möglich, heutzutage noch auf solche Monitore zu verzichten. Die Wahrheit liegt wie so oft irgendwo in der Mitte.

Unsere Erfahrungen haben gezeigt, dass der Unterschied sehr wohl spürbar ist, wirklich auffallen tut er aber nur, wenn man ein reguläres 60-Hz-Display direkt danebenstellt. In Videos oder auf Bildern lassen sich die Abweichungen nur schwer darstellen, daher empfehlen wir jedem, der ein potenzielles Interesse an einem schnellen Monitor hat, vor dem Kauf ein Gerät live in Augenschein zu nehmen. Nur so lässt sich letztlich abschätzen, ob einem diese Technik die zusätzliche Investition von teils deutlich über 150 Euro wirklich Wert ist.

Eizo Foris FG2421: Jederzeit ein knackscharfes Bild

Besonders Shooter-Experten freuen sich über die schnelle Bildwiederholfrequenz und die geringe Reaktionszeit des Eizo Foris FG2421.

Eizo setzt im Foris FG2421 ein 23,5 Zoll großes VA-Panel ein. Der Grund für die Entscheidung ist nicht nur der höhere Blickwinkel als bei TN-Modellen, sondern auch der wesentlich niedrigere Schwarzpunkt. Wie messen tatsächlich einen Schwarzwert von 0,1 Candela pro Quadratmeter, sodass wir auf ein statisches Kontrastverhältnis von 3.600:1 kommen – ein hervorragender Wert! Die native Auflösung beträgt 1.920 x 1.080 Bildpunkte. Eizo stattet das FG2421 mit einer Höhenverstellung aus und erlaubt auch das Drehen und Neigen des Monitors. Als Signaleingänge sind DVI-D (DL), HDMI und Displayport nutzbar. Für 120 Hz sollten Sie aber DVI-D (DL) oder Displayport verwenden. Ein Lichtsensor sorgt dafür, dass die Helligkeit des Displays automatisch an die Umweltbeleuchtung angepasst wird. Eizo gewährt fünf Jahre Garantie für das Display.

Die Reaktionszeit des Foris FG2421 liegt bei abgeschaltetem Turbomodus bei 4 bis 5 Millisekunden, für ein VA-Panel ist dies schon sehr gut. Sobald Sie im Bildschirmmenü „Turbo 240" aktivieren, sinkt die Reaktionszeit unter 1 Millisekunde. Sich auf dem Display bewegende Objekte werden sofort deutlich schärfer und Schlieren verschwinden nahezu vollständig. Der Inputlag wird von Eizo mit 1,5 Frames angegeben – das entspricht 12,5 Millisekunden.

Wir messen 15 Millisekunden Signallaufverzögerung gegenüber einem analogen Röhrenmonitor. Die Mehrheit der Spieler nimmt solch eine Verzögerung nicht wahr, besser ist dennoch ein Inputlag unter 10 Millisekunden. Die Luminanz ist zwischen 40 und 360 Candela pro Quadratmeter einstellbar. Durch den Turbomodus und die damit pulsierende Hintergrundbeleuchtung sinkt die maximale Leuchtkraft auf 260 Candela pro Quadratmeter. Das leicht spiegelnde Display bietet ein sehr klares Bild (geringer Kristalleffekt). Die Farbbrillanz ist gut, der sRGB-Farbraum wird allerdings nicht zu 100 Prozent abgedeckt. Alles in allem ist der Eizo Foris FG2421 der empfehlenswerteste 120-Hertz-Monitor auf dem Markt, auch wenn der Preis von 500 Euro äußerst happig ist.

Bild: MEV

WQHD für gehobene Bildqualität

Immer beliebter werden, insbesondere in der 27-Zoll-Klasse, Monitore mit der WQHD-Auflösung 2.560 x 1.440. Das entspricht gegenüber Full HD einem Anstieg der Gesamtpixelzahl von knapp über 70 Prozent auf immerhin 3,68 Millionen Pixel. Das bedeutet, neben einer erhöhten Bildqualität, insbesondere bezogen auf die Schärfe, allerdings auch einen drastischen Anstieg bei der benötigten Grafikperformance. Einsteiger- und Mittelklassekarten sind von dieser Auflösung in den allermeisten Fällen überfordert, vor allem wenn noch Kantenglättung hinzukommt.

Dichte Pixel

Durch die erhöhte Anzahl an Bildpunkten steigt auch die Dichte der Pixel auf dem Display. Ein Full-HD-Monitor mit 27 Zoll Bilddiagonale weist einen Wert von recht groben 81,6 ppi auf. Bei einem WQHD-Monitor gleicher Größe steigt der Wert auf wesentlich bessere 108,8 ppi an. Zum Vergleich: Ein 24-Zoll-Full-HD-Monitor liegt mit 91,8 ppi ziemlich genau in der Mitte. Betrachtet man allerdings die Pixeldichte von modernen Smartphone- oder Tabletdisplays, zeigt sich, dass hier noch viel Potenzial nach oben ist: Die Pixeldichte von Mobilgeräten liegt mittlerweile oft bei weit über 300 ppi.

Durch einen solch hohen Wert lassen sich die einzelnen Bildpunkte mit dem bloßen Auge nicht mehr voneinander unterscheiden, was in einer enorm hohen Bildschärfe resultiert. Auf dem PC-Markt wird es allerdings noch einige Jahre dauern, bis sich ähnlich hohe Pixeldichten etablieren werden.

Kostenfaktor

Auch wenn es auf den ersten Blick nicht so scheint: Die Wahl des Monitors beeinflusst die restliche Rechnerkonfiguration so stark wie kaum eine andere Komponente, denn: Je höher die Auflösung des gewünschten Displays, desto größer wird wie bereits aufgezeigt auch die Zahl der zu berechnenden Bildpunkte. Dadurch steigt der Leistungshunger fast exponentiell an. Kurz gesagt: Ein hochauflösender Monitor zieht weitere Kosten nach sich. Ohne eine Grafikkarte der Oberklasse laufen viele aktuelle Spiele, beispielsweise Battlefield 4, in Auflösungen jenseits von Full HD nicht mehr ruckelfrei. Daher sollten Sie einkalkulieren, ob Ihnen die gesteigerte Bildqualität die entstehenden Mehrkosten auch Wert ist. Für WQHD empfehlen wir Ihnen mindestens eine GPU der 400-Euro-Klasse, beispielsweise eine AMD Radeon R9 290(X) oder eine Nvidia Geforce GTX 780. Drei Gigabyte Videospeicher sollten es in jedem Fall sein, wenn Sie viel und gerne Grafikmods verwenden, etwa in Skyrim, dann lohnt sich sogar ein Blick hin zu High-End-Grafikkarten mit vier und mehr Gigabyte Video-RAM.

Zudem sollte auch ein starker Prozessor vorhanden sein, damit die schnelle Grafikkarte nicht von der CPU ausgebremst wird.

Benq BL2710PT: Voll spieletauglicher WQHD-Monitor

Für einen Gaming-Monitor mit 2.560 x 1.440 Pixeln Auflösung müssen Sie kein Vermögen ausgeben, wie der Benq BL2710PT zeigt.

Wer lange vor dem Bildschirm sitzt und arbeitet, kennt sicherlich das Problem: Die Augen fangen an zu brennen oder Kopfschmerzen treten auf. Mit dem BL2710PT vom Hersteller Benq versucht man genau hier anzusetzen. Mit einer speziellen Technik wird zum einen das Flimmern der Hintergrundbeleuchtung verringert; zum anderen passt sich die Helligkeit des Displays auf das Umgebungslicht an – natürlich nur, wenn die entsprechenden Einstellungen vorgenommen worden sind.

Die Ergonomieoptionen des Benq BL2710PT sind gut. Er lässt sich sowohl drehen als auch in der Höhe verstellen, Letzteres um ganze 150 Millimeter. Zusätzlich lässt sich das Display selbst neigen und zwar um maximal 25 Grad nach vorne oder hinten.

Aber nicht nur die neue Technik besticht, sondern auch die Testergebnisse: Wir haben ein statisches Kontrastverhältnis von 895:1 ermittelt. Ein Gut vergeben wir auf die Farbbrillanz und Farbechtheit. Besonders für Bild- oder Videobearbeiter dürfte diese Nachricht erfreulich sein. Für Spielerinnen und Spieler wurde an eine dreistufige Overdrive-Funktion AMA gedacht: Aus, Hoch und Premium. Letztere Einstellung empfehlen wir allerdings nicht, da hier der Korona-Effekt sehr stark ist. Hoch bietet nach unserer Auffassung die besten Ergebnisse.

Die Anschlussvielfalt geht in unseren Augen in Ordnung. Es finden sich der mittlerweile arg betagte D-Sub, ein Dual-Link-DVI-Port sowie der moderne Displayport-Anschluss. Die weit verbreitete HDMI-Schnittstelle fehlt allerdings.

Fazit: Sowohl für den professionellen Bereich als auch für Computerspiele ist der Monitor dank guter Farbtreue und schneller Reaktionszeit bestens geeignet. Zudem ist er mit einem Kostenpunkt von etwa 430 Euro auch preislich attraktiv.

Bild: MEV

4K für maximale Grafikpracht

Wer Wert auf maximale Bildqualiät legt, hat eigentlich gar keine andere Wahl, als zu einem sündteuren 4K-Display zu greifen. Noch vor knapp einem Jahr, Mitte 2013, mussten potenzielle Interessenten für ein solches Gerät noch fünfstellige Summen auf den Tisch blättern, um in den Genuss eines solch exklusiven Monitors zu kommen. Glücklicherweise sind die Preise in den vergangenen zwölf Monaten drastisch gefallen, sodass sich nicht nur Millionäre, sondern auch Normalbürger mittlerweile ein solches Display leisten können.

Teurer Spaß

Ganz günstig ist der 4K-Spaß aber immer noch nicht. Für ein brauchbares, spieletaugliches Display mit 60-Hertz-Technologie werden auch im Juli 2014 immer noch mindestens 500 Euro fällig. Wie wir bereits bei den kleinen Geschwistern der 4K-Monitore, den WQHD-Modellen, erwähnt haben, zieht ein solch hochauflösender Monitor entsprechende Kosten nach sich: Um in 3.840 x 2.160 Pixeln auch nur ansatzweise flüssig spielen zu können, ist eine High-End-Grafikkarte Pflicht. Unter einer übertakteten AMD Radeon R9 290X oder Nvidia Geforce GTX 780 Ti geht gar nichts! Und selbst mit diesen Karten wird es in Spielen wie Crysis 3 schnell ruckelig. Da hilft nur der Griff zu enorm teuren Multi-GPU-Systemen, bestehend aus zwei High-End-Grafikkarten – so kommen schnell Kosten jenseits der 1.000-Euro-Grenze zustande. Zudem bringen Multi-GPU-Systeme oft Mikroruckeln und andere Problemchen wie eine mangelhafte Treiberoptimierung mit sich.

Kurzum: Wer sich bereits jetzt auf 4K einlässt, muss zum einen viel Geld mitbringen und dazu eine gehörige Portion Enthusiasmus. Einige Modelle haben zum Teil noch mit Kinderkrankheiten zu kämpfen, beispielsweise bei der 60-Hertz-Ansteuerung.

Für Enthusiasten

Wer Freude am Basteln hat, stets maximale Bildqualität wünscht und ein großes Budget hat, wird viel Freude mit einem solchen Gerät haben. Als Investition in die Zukunft eignet sich ein solches Display unserer Meinung nach aber noch nicht. Zum einen braucht die Technik noch einige Zeit, bis sie endgültig ausgereift ist. Die Windows-Oberfläche beispielsweise skaliert nur schlecht mit und wird bei 4K stellenweise schwer lesbar. Bei einer vergrößerten Darstellung verpixeln Icons. Zum anderen wächst der Markt schnell weiter und die Zahl der verfügbaren Modelle steigt, was sich positiv auf den Preis auswirkt.

Wer also noch ein wenig warten kann, sollte dies tun. Wir vermuten, dass im Laufe des Jahres der Preis von 4K-Monitoren nochmals fallen wird, wenn auch nicht mehr ganz so drastisch wie im vergangenen Jahr. Aktuell bleibt 4K eine Spielerei für Enthusiasten, die immer das neueste Gadget wünschen. *(tl)*

Samsung U28D590D: Ausgereiftes 4K-Display für Anspruchsvolle

Der Samsung U28D590D ist mit rund 500 Euro nicht nur eines der günstigsten, sondern auch eines der ausgereiftesten Geräte auf dem Markt.

Unser Preistipp im Ultra-HD-Segment, Samsungs U28D590D, ist aktuell (Stand: 14.07.2014) auf Platz 2 in den Charts unseres PCGH-Preisvergleichs. Das zeigt das große Interesse vieler PC-Anwender an diesem 28-Zoll-Monitor mit der Auflösung 3.840 x 2.160 Pixel.

Die Ausstattung des U28D590D ist gut, denn neben den Anschlüssen (Displayport und zweimal HDMI) bietet das LCD laut Samsung 1 Millisekunde Reaktionszeit (Grau zu Grau). Allerdings spart der Hersteller bei der Ergonomie und verzichtet auf Höhenverstellung und Co., das Display ist lediglich neigbar.

Der Einsatz eines TN-Panels führt zu einem leicht eingeschränkten Blickwinkel, was stören könnte, wenn mehrere Personen vor dem Gerät sitzen. Das statische Kontrastverhältnis ist mit 736:1 ordentlich, mehr aber auch nicht. Bei der Messung der Reaktionszeit kommen wir auf 2,5 Millisekunden, auch subjektiv fühlt sich der Bildaufbau nicht wie ein 1-ms-LCD an – dieser Wert wird allerdings vom Hersteller angegeben. Hinzu kommt ein gemessener hoher Inputlag von 20 Millisekunden. Trotz der nicht perfekten Werte ist das Samsung U28D590D dennoch voll spieletauglich. Allerdings sollte man im OSD die Overdrive-Schaltung auf „schnell" belassen und nicht „schnellstens" einstellen, denn sonst erzeugt das Display einen deutlich sichtbaren Korona-Effekt.

Sehr positiv ist uns hingegen die Farbbrillanz und Farbechtheit aufgefallen – sehr gut! Dadurch wird das Gerät auch für Anwender interessant, die sich viel mit Bild- oder Videobearbeitung beschäftigen. Diese freuen sich zudem über die hohe Nutzfläche des Bildschirms, auf einen zweiten Monitor kann dank 4K in den meisten Fällen verzichtet werden. Fazit: Das Samsung U28D590D ist eine rund 100 Euro günstigere Alternative zum Asus PB278Q und zudem das preiswerteste UHD-LCD, das für Spieler geeignet ist.

Bild: MEV

Hardware unter Wasser

Entgegen landläufiger Meinung passen Elektronik und Wasser durchaus zusammen, zumindest wenn Sie sich an unsere Tipps zum Bau einer individuellen Wasserkühlung halten.

Wer seinem Rechner einen Hauch von Exklusivität verleihen möchte, der setzt auf eine individuelle Wasserkühlung. Mit einer solchen lassen sich alle Komponenten besonders leise und effizient kühlen. Die Installation erfordert zwar etwas Geduld, ist mit etwas Fingerspitzengefühl aber auch für Einsteiger machbar. Die niedrigen Temperaturen eröffnen zudem in den meisten Fällen ein größeres Übertaktungspotenzial als Luftkühlungen.

Dank sehr guter Kühlleistung muss auch nicht mit vorzeitiger Alterung der Hardware gerechnet werden. Der größte Nachteil sind die verhältnismäßig hohen Anschaffungskosten, die sich im Laufe der Zeit aber amortisieren, denn die meisten Bauteile können über mehrere Hardwaregenerationen hinweg genutzt werden.

Sollte doch einmal eine Komponente inkompatibel werden, so tauschen Sie diese einfach aus. In diesem Artikel geben wir Ihnen einige Empfehlungen rund um die wichtigsten Bestandteile einer Wasserkühlung: Radiator, Pumpe und CPU-Kühler. Dabei gehen wir gezielt auf die Stärken und Schwächen der einzelnen Produkte ein, um Ihnen bei der Kaufentscheidung bestmöglich zu helfen.

Einsteigerhilfe

Wer nach dem Lesen dieses Artikels immer noch unsicher ist, sollte einen Blick in unser Forum auf www.pcgh.de werfen. Aus Platzgründen können wir hier natürlich nicht auf alle Eventualitäten eingehen, daher lohnt es sich bei tiefergehenden Problemen, die Hilfe unserer Community in Anspruch zu nehmen. Diese hilft beim Optimieren der individuellen Wasserkühlung. Wer ein begrenztes Budget hat, aber trotzdem auf eine Wakü umrüsten möchte, findet hier zudem eventuell günstige Bauteile.

Nur das Beste

Für diesen Artikel haben wir uns auf die wichtigsten Bauteile einer Wasserkühlung beschränkt und aus den Kategorien Pumpe, CPU-Kühler und Radiator die in unseren Augen drei besten Produkte jeder Kategorie zusammengestellt. Mit diesen machen Sie nichts falsch und haben in jeder Lebenslage genug Performance, um auch hitzköpfige Hardwarekomponenten zuverlässig zu kühlen.

Und die Grafikkarte?
Aufmerksamen Lesern dürfte schon beim Durchblättern aufgefallen sein, dass wir nicht auf Grafikartenkühler eingehen. Das liegt an der enormen Vielfalt der verfügbaren Grafikkarten. Nicht jeder GPU-Wasserkühler passt auf jede Grafikkarte und die Installation gestaltet sich recht individuell.

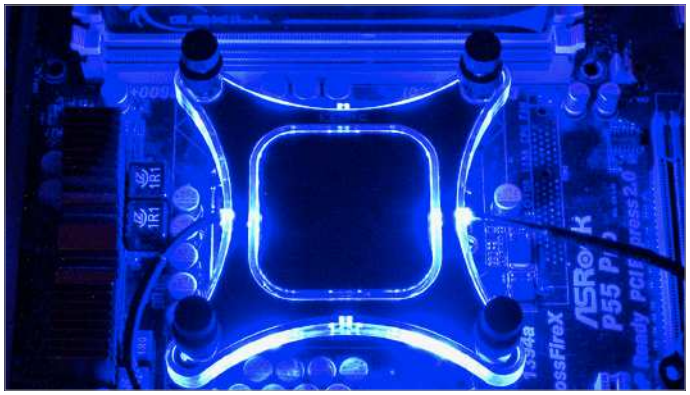
Wer auch den 3D-Beschleuniger in den Kühlkreislauf einbeziehen möchte, sollte sich daher vorab eingängig, etwa in unserem Forum, über die diversen Anforderungen informieren. Alle hier vorgeschlagenen Produkte sind aber ohne

Zweifel leistungsfähig genug, um später auch mit einer Grafikkarte erweitert werden zu können. Sowohl die vorgeschlagenen Pumpen als auch die Radiatoren bieten ausreichend Potenzial, um die zusätzliche Abwärme aufzunehmen und abzutransportieren.

Trockendock

Vorab möchten wir Ihnen noch einen wichtigen Tipp mit an die Hand geben, insbesondere wenn Sie sich erstmalig an eine individuelle Wasserkühlung wagen: Führen Sie einen Testlauf durch, bevor Sie den neuen Kreislauf in Ihrem Rechner montieren. Zum einen sollte insbesondere der Radiator vor dem Dauereinsatz einmal ordentlich durchgespült werden, denn häufig findet sich noch Dreck im Inneren der Leitungen.

Zudem kann es immer mal wieder zu kleineren Lecks kommen. Angesichts der Kombination von „Strom und Wasser“ ist es ratsam, diese zu entdecken, bevor das System in den Regelbetrieb wechselt. Lassen Sie die Wasserkühlung ruhig einige Stunden testweise laufen.



Manche CPU-Kühler lassen sich extravagant beleuchten, was besonders im Dunklen großen Eindruck schindet. Casemodder freuen sich.

3x120-Millimeter-Radiatoren

Eine der wichtigsten Komponenten einer Wasserkühlung ist natürlich der Radiator. Durch ihn fließt langsam das erhitzte Wasser und gibt über die große Strukturoberfläche des Radiators die Wärme an die Umgebung ab. Diese wird dann üblicherweise per auf dem Radiator montierten Lüfter abgeführt. Je nach Größe des Gehäuses können unterschiedlich dimensionierte Kühlkonstruktionen verbaut werden. Wir haben uns mehrere Modelle angeschaut, die mit bis zu drei 120-Millimeter-Ventilatoren bestückt werden können. Zwar gibt es auch ausladendere Varianten, Vertreter der „360er“-Kategorie passen aber in die meisten Cases.

XSPC RX360 V3: Überzeugender Allrounder. Kurz vor der Markteinführung erreicht uns die dritte Generation von XSPCs Mittelklasse. Äußerlich fällt am mattschwarzen R360 V3 vor allem die überdurchschnittliche Verarbeitung auf. Insbesondere die extrem regelmäßigen Lamellen sind für einen Netzradiator sehr ungewöhnlich, die sanften Rundungen entlang der Kanten unterstreichen den „Aus einem Guss“-Eindruck. Weniger vielversprechend erscheint zunächst der Aufbau: Doppelreihige Lamellen („split-“ oder „splitter-fins“) und großzügige 57 mm Dicke lassen einen Spezialisten für schnell drehende Lüfter erwarten.

In der Tat trennt den RX360 nur ein Hauch vom ersten Platz der 1.400-U/min-Rangliste. Doch die weiteren Ergebnisse überraschen: Bei 1.160 U/min reicht es bequem für den ersten Platz. Selbst bei 650 U/min lässt XSPC die Mehrheit der Konkurrenten hinter sich. Getrübt wird der klare Testsieg nur von zwei kleinen Details: Für die verwendeten UNC-Gewinde bekommt man in Europa schwer alternative Schrauben und mit bis zu 36 Millimetern Überstand am anschlussseitigen Ende braucht der RX360 relativ viel Platz im Vergleich zur Konkurrenz. Verantwortlich dafür sind aber auch die stirnseitigen Anschlussgewinde – ein nützliches Feature, das der RX360 selbst in seiner hohen Preisklasse noch vielen Konkurrenten voraushat.

EK Water Blocks XT (360): Einfach, einfach gut. Von der Dicke über die Farbe bis zu den Anschlüssen: Der Coolstream XT könnte die Definition des durchschnittlichen 45-mm-Radiators sein. Erst auf den zweiten Blick realisiert man, dass er in jedem Detail das entscheidende Bisschen besser ist:

Die Lackierung ist selbst auf den Lamellen gleichmäßig aufgetragen. Selbige sind zwar, netzradiatortypisch, nicht 100 % gleichmäßig, aber grobe Fehler sucht man vergeblich. Der Platzbedarf gehört zum absoluten Minimum im Test. Und die Kühlleistung lässt ab 1.160 U/min zwar etwas nach, aber auch bei 1.400 U/min bleibt der XT brauchbar und bei 650 U/min gehört er zu den besten Radiatoren überhaupt. Einzig der fehlende Ein-

Die Bauhöhe von Radiatoren unterscheidet sich. Stellen Sie vor dem Kauf sicher, dass in Ihrem Gehäuse ausreichend Platz für Radiator und Lüfter ist.

Nicht jeder Radiator ist für jede Lüfterdrehzahl gleich gut geeignet. Ob sich hoch- oder niedertourige Ventilatoren besser eignen, lesen Sie in unserem Test.

Im Auslieferungszustand befinden sich oft noch Dreck und Produktionsrückstände im Inneren des Radiators. Spülen Sie das Gehäuse vor Gebrauch ordentlich durch.

schraubschutz zwischen den Lüfterschrauben und den unmittelbar darunter verlaufenden Rohren fällt negativ auf. Wer die beiliegenden Warnhinweise zur Schraubenlänge beim Einbau beachtet, hat diesen aber gar nicht nötig – und freut sich über den zweitniedrigsten Preis im Testfeld.

Alphacool XT 45 360 mm: Silent-Spezialist. Die 45 mm dicken Nexxxos Full Copper XT hatten wir bereits für unseren Größenvergleich in der 01/2014 gewählt – aber nur weil diese Serie in mehr Größen verfügbar ist als alle anderen. Diesmal stellt sie eine weitere Stärke unter Beweis: Die klar beste Kühlleistung bei 650 U/min. Beeindruckende 14 % liegt der Nexxxos vor dem Durchschnitt des restlichen Testfelds – ohne besonders sperrig oder kostspielig zu sein. Zudem ist er einer von nur zwei Radiatoren, die sechs Anschlüsse oder einen Einschraubschutz bieten.

Neben der nachlassenden Kühlleistung bei höheren Drehzahlen fällt jedoch ein Makel deutlich ins Auge: die mangelhafte Lackierung. Während der Korpus vollkommen normal daherkommt, hat Alphacool die Farbe der Lamellen äußerst dünn und vor allem einseitig aufgetragen, um den Wärmeübergang zu verbessern. Solange man schräg aus Richtung der Anschlüsse guckt, ist alles okay. Aber in Gegenrichtung bedeckt nur ein hauchfeiner Nebel das rotbraune Kupfer. Die resultierende Optik wird jeden Modder dazu bringen, die Lamellen dieses Radiators hinter Lüftern oder Blenden zu verstecken.

120-MM-RADIATOREN

Produkt	RX360 Trip. Fan Radiator	EK-CoolStream Rad XT	NexXxoS XT45 F. Copper
Hersteller (Webseite)	XSPC (xs-pc.com)	EK Water Blocks (ekwb.com)	Alphacool (alphacool.de)
Preis/Preis-Leistungs-Verhältnis	Ca. € 110.-/befriedigend	Ca. € 65,-/gut	Ca. € 70,-/gut
Link zum PCGH-Preisvergleich	www.pcgh.de/preis/a407203	www.pcgh.de/preis/488496	www.pcgh.de/preis/684756
Verfügbare Varianten	1 x/2 x/3 x/4 x 120 mm	1 x/2 x/3 x/4 x 120 mm	1 x/2 x/3 x/4 x 120 mm 1 x/2 x/3 x/4 x 140 mm 1 x/2 x/3 x 180 mm
Ausstattung (20 %)	**2,21**	**2,49**	**1,71**
Anschlussmöglichkeiten	2 x G1/4 Zoll Oberseite 2 x G1/4 Zoll Stirnseite	2 x G1/4 Zoll Oberseite	2 x G1/4" Oberseite, 2 x G1/4 Zoll Stirnseite, 2 x G1/4" Rückseite
Max. Gewindelänge Anschlüsse	> 11 mm	> 11 mm	> 11 mm
Entlüftungsmöglichkeit	Nein	Nein	Nein
Dokumentation Sprachen/Warnung Schraubenlänge/Sonstiges	Englisch/nein/nein	Englisch + Piktogram/englisch/nein	Englisch + deutsch/nein/nein
Beiliegende Schrauben	12 x 30 mm + 12 x 5 mm Kreuzschlitz/Außensechskant schwarz	12 x 30 mm + 12 x 5 mm Linsenkopf Kreuzschlitz schwarz	12 x 30 mm + 12 x 35 mm Zylinderkopf Inbus schwarz
Befestigungsmöglichkeiten	Je 3 x 4 Gewinde 6-32 UNC für 120-mm-Lüfter auf Vorder- und Rückseite	Je 3 x 4 Gewinde M3 für 120 mm Lüfter auf Vorder- und Rückseite	Je 3 x 4 Gewinde M3 für 120 mm Lüfter auf Vorder- und Rückseite
Einschraubschutz	Nein, Schraubenweg dicht an Rohren	Nein, Rohre direkt unter Schrauben	Ja
Tiefe Lüftervorkammern	Vorder- und Rückseite: 6 mm	Vorder- und Rückseite: 8 mm	Vorder- und Rückseite: 7 mm
Eigenschaften (20 %)	**3,33**	**2,70**	**3,24**
Länge/Breite/Dicke Korpus	399/129/57 mm	396/121/46 mm	400/124/45 mm
Lage Anschlussgewinde zur Oberfläche	Bündig ±0 mm. Blindstopfen hervorstehend, stirnseitig oder vorderseitig +5 mm	Tieferliegend, -2 mm	Tieferliegend, -1 mm. Blindstopfen hervorstehend, rückseitig +3 mm, stirnseitig +4 mm
Überstand Anschluss-/Gegenseite	31/8 mm über Lüfter	27/9 mm über Lüfter	28/12 mm über Lüfter
Gewicht	1.470 g	975 g	1.130 g
Innenvolumen	Ca. 450 ml	Ca. 330 ml	Ca. 340 ml
Bauweise	Netzradiator (splitter fin)	Netzradiator	Netzradiator
Max. Betriebsdruck laut Hersteller	1,5 bar	2 bar	1,5 bar
Innerer Aufbau und Wasserführung	2 x 9 Rohre, 2 Durchgänge, Kreuzstrom	2 x 12 Rohre, 2 Durchgänge, Kreuzstrom	2 x 12 Rohre, 2 Durchgänge, Kreuzstrom
Materialien mit Wasserkontakt	Kupfer, Messing, Lot	Kupfer, Messing, Lot	Kupfer, Messing, Lot
Materialien außen	Stahl, matt-schwarz	Stahl, matt-schwarz	Stahl, matt-schwarz
Lamellendichte	Ca. 5,1 pro cm, regelmäßig	Ca. 4,6 pro cm, leicht unregelmäßig	Ca. 4,4 pro cm, leicht unregelmäßig
Oberfläche Lamellen	Schwarz, matt	Schwarz, matt	Einseitig schwarz, matt
Leistung (60 %)	**1,07**	**1,32**	**1,40**
Durchfluss	140 l/h	138 l/h	145 l/h
DeltaT 650/1.160/1.400 U/min	15,0/8,6/7,7 K	14,9/9,1/8,2 K	14,2/9,9/8,7 K
FAZIT	⊕ Kühlleistung alle Drehzahlen ⊕ Anschlussmöglichkeiten ⊖ UNC-Gewinde	⊕ Preis-Leistungs-Verhältnis ⊕ Kühlleistung bei niedriger Drehzahl ⊖ Ungeschützte Rohre	⊕ Kühlleistung bei niedriger Drehzahl ⊕ Anschlussmöglichkeiten ⊖ Optik Lamellen
	Wertung: **1,75**	Wertung: **1,83**	Wertung: **1,83**

EDITOR`S CHOICE

NANOXIA®

WWW.NANOXIA-WORLD.COM

NEU

DEEP SILENCE 1

DEEP SILENCE 2

DEEP SILENCE 3

DEEP SILENCE 4

DEEP SILENCE 5

DEEP SILENCE 6

TURN ON GERMAN ENGINEERING

Wasserpumpen für individuelle Lösungen

Nicht nur Radiatoren, auch Pumpen kommen in den unterschiedlichsten Größen daher, wie in unserem Bild gut zu sehen ist.

Mit einem Software-Tool überprüfen wir die Wassertemperatur und die Durchflussmenge. So finden wir den besten Kompromiss für unser System.

Die Steuerelektronik der Pumpe findet sich auf einer kleinen Platine auf der Innenseite des Wasserwälzers. Diese ist recht simpel geraten.

Auch bei der Wahl der passenden Pumpe heißt es „Augen auf!“, denn eine falsche Pumpe kann eine störende Geräusch- und Vibrationsquelle sein oder zu viel Platz benötigen. Überschätzt wird dagegen die Bedeutung der Pumpenleistung für die Kühlleistung. Wie unser Test zeigt, steigert ein höherer Durchfluss zwar die Effizienz eines Kühlkörpers. Es handelt sich aber um einen exponentiellen Prozess, schnell wird ein Niveau erreicht, ab dem sich die Temperaturen selbst bei verdoppeltem Durchfluss kaum noch verbessern.

Watercool Eheim 12 V: Unauffällig an die Spitze. Auf 3,3 m gesteigerte Förderhöhe, eine Wandler-Platine für den benötigten 12-V-Wechselstrom in der Rückseite versteckt – der Testsieger gibt sich unauffällig. Die Features beschränken sich auf einen Entlüftungsmodus und eine manuelle Steuerung mittels Potentiometer. Deren nominell großer Regelbereich lässt sich aber nur eingeschränkt nutzen. 80 Hz werden erst bei ausreichend hohem Widerstand im Kreislauf erreicht und beim Betrieb unterhalb von 50 Hz treten schnell Störgeräusche auf. Unterhalb von 47 Hz messen wir einen Anstieg der Lautstärke.

Die wahre Stärke der Pumpe zeigt sich bei höheren Drehzahlen. Denn die von Watercool optimierte Steuerung schafft das scheinbar Unmögliche und senkt Vibration und vor allem Lautstärke deutlich unter das Niveau anderer Pumpen mit identischer Mechanik. Die verwendete Technik wollte uns Watercool auch auf Nachfrage nicht verraten, aber selbst bei 70 Hz war unser Testexemplar nicht lauter als die originale Universal 30, trotz knapp 50 % höherem Durchfluss. Umgekehrt erhält man bei der Werkseinstellung von 55 Hz eine befriedigende Leistung und die mit Abstand leiseste Pumpe im Test.

Aquacomputer Aquastream XT: Bequem und flexibel. Auch Platz 2 geht an eine modifizierte Eheim Universal, aber der Kontrast könnte kaum größer sein. Schon die zahlreichen Anschlüsse an der Rückseite verraten, dass es sich hier um das Schweizer Taschenmesser unter den Pumpen handelt. Die teurere Ultra-Ausführung der Aquastream XT integriert sogar eine High-End-Lüftersteuerung mit 0,4 A Ausgangsleistung, aber bereits die Standard-Version weiß mit einer komfortablen Ansteuerung via USB zu überzeugen. Der Regelbereich beginnt bei störungssicheren 50 Hz und erstreckt sich bis 100 Hz.

Den je nach Widerstand möglichen Wert ertastet die komfortable Steuerung hierbei automatisch. Wir erzielen 77 bis 83 Hz, ehe das Magnetfeld dem Läufer enteilt. Für unsere Tests fixieren wir Leistung und Lautstärke auf einheitliche 77 Hz. So erreicht die Aquastream die drittbeste Pumpleistung im Test und bleibt trotzdem leise. Bei maximaler Leistung hätte es sogar durchgehend für Platz 2 gelangt; bei 50 Hz erhält man eine ähnliche Leistung wie von Eheim-Universal-basierten Pumpen gewohnt, allerdings ohne den Silent-Bonus des Testsiegers. Im Gegenzug ist es dank der komfortablen Ansteuerung praktikabel, Leistung und Lautstärke an die aktuelle Belastung des Rechners anzupassen.

Phobya DC12-260: Klein, aber großartig. Im Vergleich zu Watercool und Aquacomputer erscheint die DC12 regelrecht klein. Trotzdem liefert sie eine durchaus ansehnliche Leistung und dies sogar bei der drittniedrigsten Lautstärke im Test. Zwar wird das höhere Laufgeräusch der DC12 nicht so leicht von anderen Komponenten übertönt wie das der Eheim Universal, und diverse Nutzerberichte lassen eine gewisse Serienstreuung des Typs erwarten. Aber zumindest unser Exemplar liefert eine sehr überzeugende Vorstellung für eine so kompakte Pumpe ab.

Ebenso überzeugend ist der niedrige Preis, der leicht für das Fehlen einer internen Steuerung entschädigt. Der angegebene maximale Stromfluss von 1 A ermöglicht prinzipiell eine externe Regelung, wenn eine ausreichend leistungsfähige Lüftersteuerung vorliegt.

WAKÜ-PUMPEN			
Produkt	**Eheim 12 V**	**Aquastream XT**	**DC12-260**
Hersteller	Watercool (www.watercool.de)	Aquacomputer (www.aquacomputer.de)	Phobya (www.phobya.com)
Preis/Preis-Leistungs-Verhältnis	Ca. € 70.-/befriedigend	Ca. € 70.-/befriedigend	Ca. € 40.-/gut
PCGH-Preisvergleich	www.pcgh.de/preis/397382	www.pcgh.de/preis/284744	www.pcgh.de/preis/503089
Ausstattung (20 %)	**1,04**	**1,83**	**2,44**
Anschlussmöglichkeiten; Anschlussart; max. Gewindelänge	Einlass vorn, Auslass oben; Adapter nötig	Einlass vorn, Auslass oben; Adapter nötig	Einlass vorn, Auslass oben; G 1/4 Zoll; 9 mm
Max. Gewindelänge Anschlüsse	Abhängig von Adapter/>11 mm	Abhängig von Adapter	9 mm
Max. Anschlussbreite	> 30 mm	> 30 mm	> 30 mm
Kabellänge/Anschluss	-/4 Pin (Molex)	-/4 Pin (Molex)	35 cm/3 Pin (Lüfter)
Lieferumfang	Auslassadapter G 1/4 Zoll, >11 mm max. Gewindelänge; Kabel für Drezahlsignal (40 cm)	Kabel für Drehzahlsignal (47 cm, gesleevt)	-
Eigenschaften (20 %)	**2,18**	**2,24**	**2,05**
Abmessungen L x B x H (nur Korpus)	112 x 71 x 75 mm (112 x 65 x 56 mm)	114 x 71 x 75 mm (110 x 65 x 56 mm)	87 x 68 x 47 mm (71 x 67 x 47 mm)
Gewicht	522 g	498 g	309 g
Max. Förderleistung lt. Hersteller	Keine Angabe	Keine Angabe	600 l/h
Leistungsaufnahme lt. Hersteller	2-4 W	6-18 W	8 W
Integrierte Regelung	Ja (Potentiometer; 40-80 Hz)	Ja (Software/USB; 50-100 Hz)	Nein
Regelbereich Extrem-Szenario	38,3 (47 Hz)-69,4 l/h (80 Hz)	44,5 l/h (50 Hz)-81,5 l/h (83 Hz)	-
Externe Regelung über Spannung möglich (spezifizierter Bereich)	Nein	Nein	Ja (8-12 V)
Besonderheiten	Getrenntes Drehzahlsignal; Entlüftungsmodus (wenn Drehzahlsignalkabel nicht mit 12 V Lüfteranschluss verbunden)	Getrenntes Drehzahlsignal; Entlüftungsmodus	-
Leistung (60 %)	**2,02**	**2,06**	**2,07**
Leistungseinstellung im Test	Werkseinstellung/55 Hz	Max. Light-Szenario/77 Hz	Nicht regelbar/100 %
Schalldruckpegel aus 20 cm	26,9 db(A)	32,3 db(A)	31,1 db(A)
Durchfluss Light/Standard/Extr.-Szenario	112,8/64,2/43,8 l/h	170,8/105,7/73,6 l/h	147/87,1/63,6 l/h
FAZIT	⊕ Sehr leise ⊕ Integrierte Regelung ⊕ Adapter mitgeliefert	⊕ Hohe Maximalleistung ⊕ Regelung über USB ⊕ Relativ leise	⊕ Preis ⊕ Relativ leise ⊕ Kompakt
	Wertung: **1,86**	Wertung: **2,05**	Wertung: **2,14**

CPU-Kühler nach Maß

EK Water Blocks Supremacy: Wortwörtlich überlegen. Ein Produkt „Überlegenheit“ zu nennen zeugt von ausgeprägtem Selbstvertrauen. Im Falle des Supremacy ist dieses berechtigt. Der Kühler zählt sowohl beim Durchfluss als auch bei der Kühlleistung mit zur Spitzengruppe. Wer möchte, kann die Leistung noch weiter optimieren und Wasserführung und Bodenwölbung an die eigene CPU anpassen. Zu diesem Zweck wird die Düsenplatte, die die Wasserverteilung im Inneren des Kühlers reguliert, gegen beiliegende Alternativen getauscht.

In Ermangelung einer angepassten Platte für Sockel-1156-CPUs testen wir mit der vorinstallierten Universal-Platte, welche zugleich die dünnste ist und somit den ebensten Kühlerboden ergibt. In Anbetracht der allgemein geringen Leistungsunterschiede entscheidet aber ohnehin die B-Note über den Sieg. Hier gibt sich der Supremacy vorbildlich: Nahezu alle Sockel sowohl von Intel als auch AMD werden ohne weiteres Zubehör unterstützt, selbst passende Backplates liegen bei.

Die Halterung selbst ist die einzige im Test, die mittels Anschlag einen klaren Anpressdruck vorgibt. So läuft der Nutzer nicht Gefahr, das Mainboard zu beschädigen oder – aus Angst davor – Kühlleistung zu verschenken. Abgerundet wird das Paket mit einer detaillierten Anleitung und einer Spritze Wärmeleitpaste. Im Gegensatz zu manch anderer Billig-Dreingabe, die ungenutzt in der Schublade

Diese beiden CPU-Kühler zeigen beispielhaft, wie unterschiedlich der interne Aufbau aussehen kann. Die unterschiedlich ausgelegten Rillen beeinflussen die Fließgeschwindigkeit des Wassers nicht unerheblich.

verschwindet, setzt EK hierbei auf uneingeschränkt empfehlenswerte Markenqualität.

Koolance CPU-380i: Hochleistung aus den USA. Auch der Zweitplatzierte wird mit Backplate und Wärmeleitpaste ausgeliefert. Letztere fällt durch die großzügige Menge ins Auge, Erstere durch Raffinesse. Als einziger Hersteller nutzt Koolance Rändelmuttern für alle Schraubverbindungen und arretiert zusätzlich die Schrauben in der Backplate. So ist die Montage komplett ohne Werkzeug möglich. Bei anderen Herstellern ist es dagegen oft nötig, einzelne Verbindungen mit einem Innensechskant nachzuziehen, um ein Mitdrehen der Schrauben auszuschließen. Weitere Pluspunkte sammelt der CPU-380i mit seinen sehr tiefen Anschlussgewinden. Als einziger Kühler im Test ist er in der Lage, auch Anschlüsse mit neun und mehr Millimetern Gewindelänge aufzunehmen. Die klar beste Kühlleistung im Test sichert ihm endgültig den zweiten Platz. Der Abstand zum zweitstärksten Kühler wird in der Praxis zwar nicht spürbar sein, ist aber groß genug, um nicht nur als unsicherer Trend zu gelten.

Watercool Heatkiller 3.0 LT: Der Altmeister. Der Heatkiller 3.0 erschien bereits im Herbst 2008. Trotz – oder gerade wegen – seines Alters liefert er die zweitbeste Kühlleistung im Test ab. Dies überrascht, denn die hier getestete LT-Version gilt im Vergleich zum teureren Vollkupfer-Modell als schwächer und Letzteres musste sich unter anderem in der letzten PCGH-Marktübersicht (11/2010) sowohl dem Aquacomputer Kryos als auch dem Vorgänger des EK Supremacy geschlagen geben. Erklärt werden kann die unerwartet gute Platzierung durch den ebenen Boden des Heatkillers. Der Kühler wurde schlichtweg zu einer Zeit entwickelt, als konvexe Böden noch eine Seltenheit waren.

Auf allen Prozessoren ein Vorteil ist dagegen die Halterung. Ähnlich wie bei Koolance gibt es kein Problem mit mitdrehenden Schrauben. Zwar kann sich der mainboard-seitige Teil der Halterung bei Befestigung des Kühlers bewegen, er lockert sich dann aber nicht, sondern zieht sich sogar fester – das Problem löst sich von selbst. Herausragend ist der kühlerseitige Teil der Halterung: Die auch in anderer Hinsicht vorbildliche Watercool-Anleitung macht als einzige exakte Angaben zum Anpressdruck. *(tv/tl)*

Mit einer solchen nagelneuen Rasierklinge haben wir geprüft, ob die Oberfläche des CPU-Kühlkörpers konkav oder eben ist. Beide Varianten haben Vor- und Nachteile.

Fazit

Für Individualisten

Mal ehrlich: Eine gute Luftkühlung reicht für den Großteil der Spiele-PCs aus. Manchmal möchte man sich aber eben nicht mit „ausreichend" zufriedengeben, sondern möchte etwas Besonderes haben: Und das bietet eine Wasserkühlung. Ein Porsche macht schließlich auch mehr Spaß als ein schnöder Golf, oder?

CPU-KÜHLER WASSER

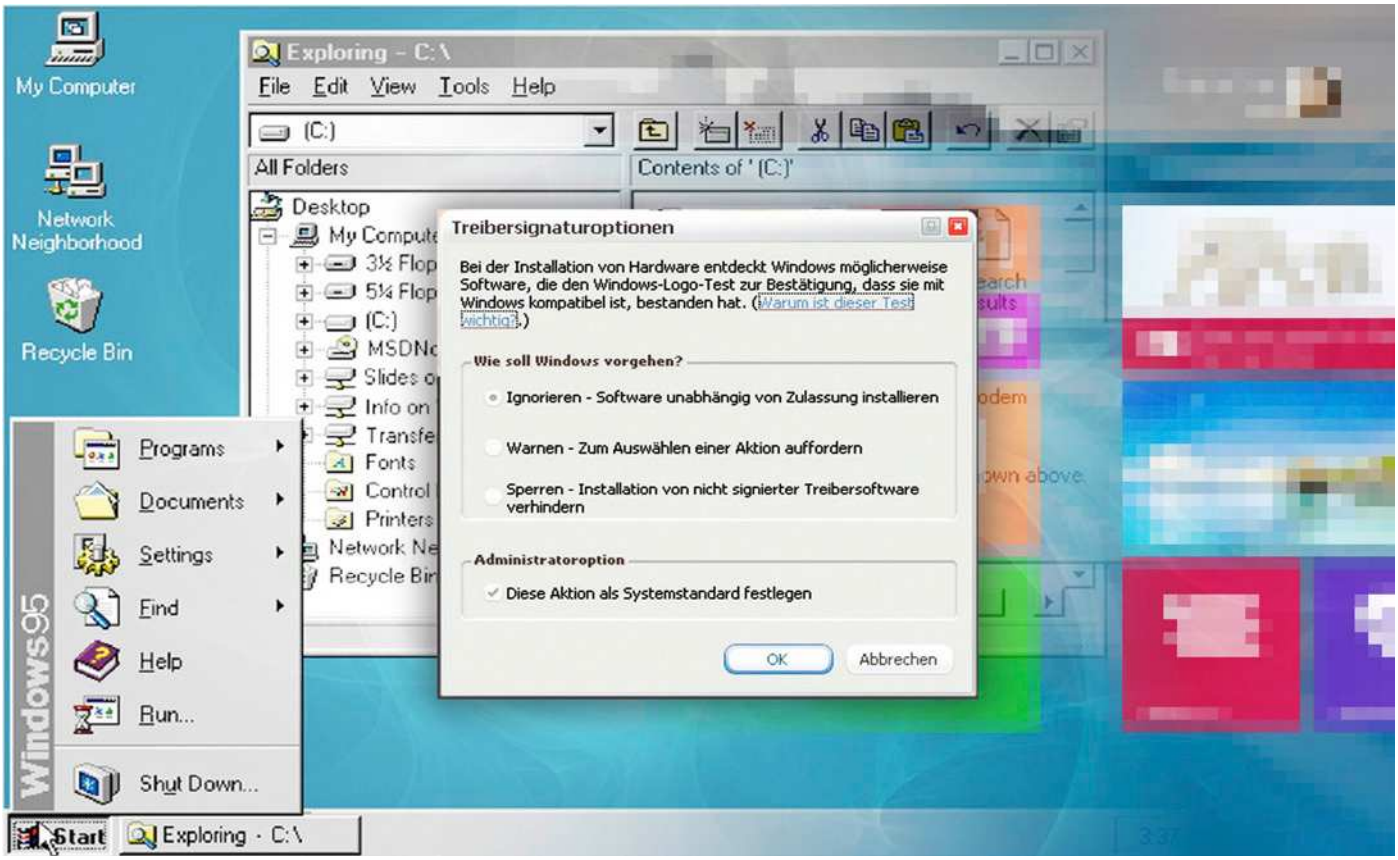
Produkt	Supremacy Nickel	CPU-380i	Heatkiller CPU Rev3.0 LT
Hersteller (Website)	EK Water Blocks (www.ekwb.com)	Koolance (www.koolance.com)	Watercool (www.watercool.de)
Ca.-Preis*/Preis-Leistungs-Verhältnis	Ca. € 70,-/gut	Ca. € 75,-/befriedigend	Ca. € 50,-/gut
Link zum PCGH-Preisvergleich	www.pcgh.de/preis/797291	www.pcgh.de/preis/875127	www.pcgh.de/preis/467426
Unterstützte Sockel	Intel 775 & 1150/1155/1156/1366/2011 AMD 754/939/940 & AM2(+)/AM3(+)/FM1/FM2(+)	Intel 775 /1150/1155/1156/1366/2011	Intel 1150/1155/1556
Auch verfügbar für	-	AMD 754/939/940/AM2(+)/AM3(+)/FM1/FM2(+)/G34	Intel 775; 1366 /2011 AMD AM2(+)/AM3(+)/FM1/FM2(+)
Alternative Designs (Preisdifferenz UVP)	Deckel Acetal schwarz (±0 €), glatt (±0 €), Kupfer (+28 €) Boden/Deckel unvernickelt (-7 €) + diverse Kombinationen Boden vergoldet, Deckel Acryl glatt (+29 €)	-	Deckel POM weiß (±0 €) Deckel Kupfer (+15 €) Deckel Kupfer vernickelt & Inlay schwarz (+33 €)
Ausstattung (20 %)	**1,36**	**1,36**	**3,44**
Zubehör	Inbusschlüssel für Kühleröffnung; alternative Düsenplatten; 1,6 g Spritze Wärmeleitpaste (Gelid Extreme)	Inbusschlüssel für Kühleröffnung; Metalklebeband; 4 g Tube Wärmeleitpaste (Eigenmarke)	Inbusschlüssel für Halterung
Backplate	Inklusive	Inklusive	Optional (ca. € 6,-)
Anleitung	Englisch, vollständig	Englisch, recht vollständig	Deutsch & englisch, vollständig
Abstand/Gewindelänge Anschlüsse	30 mm/6,5 mm	26,5 mm/> 11 mm	22 mm/8,5 mm
Eigenschaften (20 %)	**2,00**	**3,00**	**1,33**
Bodenplatte	Minimal konvex	Eben	Eben
Höhe (bis Anschlüsse)	22 mm	20 mm	17 mm
Material Boden/Deckel	Kupfer (vernickelt)/Acryl (mattiert)	Kupfer (vernickelt)/POM (schwarz)	Kupfer/POM (schwarz)
Weitere Materialien in Wasserkontakt	Edelstahl	Edelstahl	Edelstahl
Montageaufwand/Anpressdruck	Gut/fest vorgegeben	Sehr gut/undefiniert	Gut/exakt wählbar
Besonderheiten	2 LED-Bohrungen (3 mm) auf einer Seite	-	-
Leistung (60 %)	**1,69**	**1,61**	**1,71**
Durchfluss	77 l/h	76 l/h	75 l/h
Differenz-Temperatur	24,5 C°	23,7 C°	24,1 C°
FAZIT	⊕ Kühlleistung ⊕ Backplate inklusive ⊕ Hochwertige Wärmeleitpaste	⊕ Kühlleistung ⊕ Backplate inklusive ⊕ Sehr lange Anschlussgewinde möglich	⊕ Kühlleistung ⊕ Anpressdruck definiert ⊖ Nur ein Sockelmaß unterstützt
	Wertung: **1,69**	Wertung: **1,84**	Wertung: **1,98**

fractal design

The Core of Configuration

Mindfactory.de Aktiengesellschaft ...einfach besser!
BORA COMPUTER
ATELCO Computer
cyberport
ALTERNATE

www.facebook.com/Fractaldesign.de



Sackgasse voraus!

Gezieltes Aufrüsten ist oft die einfachste Lösung, um den PC wieder auf Trab zu bringen, manchmal ist es aber technisch unmöglich oder wirtschaftlich nicht sinnvoll.

Der Zahn der Zeit nagt an allem, auch am geliebten Rechenknecht zu Hause: Es passiert schleichend, anfangs wird nur die Kantenglättung ein wenig zurückgeschraubt, doch im Laufe der Zeit müssen immer mehr Details reduziert werden, schließlich gar die Auflösung herabgesetzt. Dabei scheint es, als wäre es gerade gestern gewesen, als der nagelneue Spielebolide jeden noch so anspruchsvollen Titel mit maximalen Details locker stemmen konnte.

Doch was tun, wenn der einstige Gaming-PC langsam, aber sicher zum Briefbeschwerer mit Internetzugang verkommt? Oftmals lohnt es sich, einzelne Komponenten auszutauschen, um endlich wieder in voller Pracht spielen zu können. Besonders der Tausch der Grafikkarte gegen ein neueres Modell bietet sich an, um drastisch an Performance zu gewinnen. Auch ein neuer Prozessor kann oft Wunder bewirken. In den vergangenen Jahren setzten zudem immer mehr Anwender auf eine schnelle Solid State Disk anstelle einer herkömmlichen Magnetfestplatte, um eine Temposteigerung zu erzielen. Doch es gibt auch Gründe, die gegen punktuelles Aufrüsten sprechen.

Plattformfrage

Wer etwa mit dem Gedanken spielt, die CPU durch ein leistungsstärkeres Modell auszutauschen, sollte überprüfen, ob sich auf der bislang verwendeten Plattform überhaupt ein Austausch lohnt. Wenn Sie beispielsweise ein Sockel-1155-System mit einem Zweikernprozessor besitzen, besteht zwar die Möglichkeit, auf einen schnellen Vierkerner aufzurüsten, wirklich empfehlenswert ist diese Option aber nicht.

Das liegt daran, dass diese Plattform bereits heute zu den Auslaufmodellen gehört. Es werden keine Prozessoren mehr veröffentlicht, die mit diesem Sockel kompatibel sind. Daher müssen Sie auf Restbestände zurückgreifen, die oftmals nur wenig günstiger sind als ihre schnelleren und energiesparenderen Nachfolger der Haswell- oder Haswell-Refresh-Generation.

Da diese aber auf den elektrisch inkompatiblen Sockel 1150 setzen, müssen Sie neben einem neuen Prozessor auch in ein neues Mainboard investieren. Dadurch entstehen zusätzliche Kosten von etwa 60 Euro aufwärts, die Sie miteinkalkulieren sollten. Kurzum: Ein simples Prozessorupgrade ist nur in den wenigsten Fällen empfehlenswert. Innerhalb einer CPU-Generation sind die Leistungsunterschiede oftmals nur relativ gering, ein Austausch garantiert also nicht unbedingt ein flüssiges Spielerlebnis.

Wirklich bemerkbar würde sich nur ein Sprung vom langsamsten zum schnellsten Modell einer Serie machen. Hinzu kommt, dass bei einem Tausch eventuell Inkompatibilitäten mit dem bestehenden Motherboard auftreten können: Häufig ist ein BIOS-Update nötig, damit die neue CPU überhaupt erkannt wird.

Besser ist es also, Hauptplatine und Prozessor gleichzeitig auszutauschen, idealerweise dann, wenn gerade eine neue Generation vorgestellt wurde. Zu diesem Zeitpunkt sind die Preise zwar meist noch recht hoch, allerdings können Sie so eine maximale Nutzungsdauer des Upgrades sicherstellen.

Grafikpracht

Auch der Austausch der Grafikkarte wirkt auf den ersten Blick stets verlockend. Oft genügt es, weniger als 200 Euro auszugeben, um ein wesentlich leistungsstärkeres Modell zu bekommen. Häufig vergessen Anwender allerdings die nötige Systembalance: Auch die stärkste GPU bringt nichts ohne den dazu passenden Prozessor. Ist die CPU zu langsam, stellt sie der Grafikkarte nicht schnell genug neue Daten zur Verfügung und der Pixelschubser wird dadurch ausgebremst. Die Konsequenz: Der erwartete Leistungsschub fällt wesentlich kleiner aus als zunächst erwartet. Der Umkehrschluss gilt übrigens genauso: Ein fixer Prozessor wird durch eine zu langsame GPU ausgebremst, wenn auch oftmals weniger deutlich.

Daher ist auch bei einem Upgrade der Grafikkarte Vorsicht geboten. Bevor Sie einen Neukauf tätigen, sollten Sie prüfen, ob die ins Auge gefasste Neuanschaffung auch wirklich zu Ihrem bestehenden System passt. In unserem Artikel „Leistungsanalyse“ ab Seite 6 in diesem Sonderheft finden Sie Aufrüstmatrizen, die Ihnen hierüber Aufschluss geben. Überprüfen Sie zudem anhand unseres Performanceindex, wie viel Prozent Mehrleistung Sie von der gewünschten Grafikkarte potenziell erwarten dürfen. Sollten Sie feststellen, dass ein zur CPU passendes Upgrade gerade mal 20 Prozent oder weniger zusätzliche Leistung liefert, lohnt es sich nicht, Geld in einen neuen 3D-Beschleuniger zu investieren – in einem solchen Fall ist es empfehlenswerter, gleich Motherboard, Prozessor und GPU auszutauschen. Das resultiert natürlich in nicht unerheblichen Kosten.

Schneller Speicher

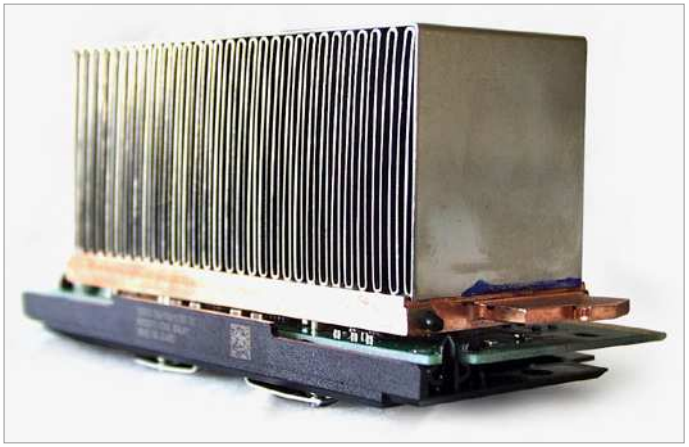
Eine weitere Upgrademöglichkeit besteht in der Erweiterung des Arbeitsspeichers. Dennoch sollte man den bekannten Spruch: „RAM kann man nie genug haben.“ nicht allzu wörtlich nehmen. Denn je nach Haupteinsatzzweck des Rechners gibt es tatsächlich eine sinnvolle Obergrenze, außerdem sollten abseits der reinen Menge noch andere Faktoren beim RAM-Kauf beachtet werden.

So haben beispielsweise die Taktfrequenz, die Timings oder auch die Anzahl der Ranks durchaus einen Einfluss auf die Gesamtperformance. Daher kann ein Aufrüsten des Arbeitsspeichers zugunsten einer höheren Menge auch kontraproduktiv sein, sollte der bislang verbaute Speicher schneller sein. Hinzu kommt, dass bei Weitem nicht jede Anwendung von der rohen Masse an Speicher profitiert. Aktuell sind 8,0 GiByte RAM völlig ausreichend für einen flotten Spiele-Rechner, mehr sind Luxus.

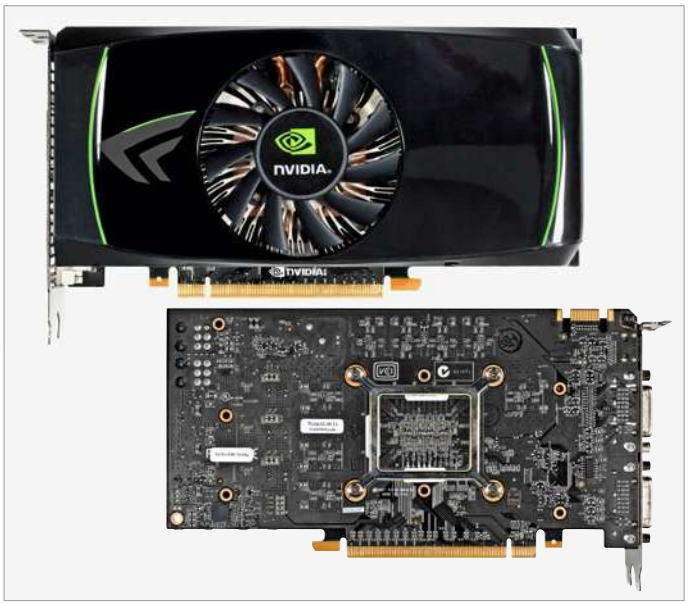
Was also tun?

Sie möchten zum aktuellen Zeitpunkt nicht mehrere Hundert Euro in Ihr bestehendes System investieren, nur um wieder ruckelfrei spielen zu können? Glücklicherweise gibt es Alternativen, auch wenn es sich nicht lohnt, punktuell aufzurüsten. Die einfachste ist, das Betriebssystem von unnützem Datenmüll zu bereinigen und per Software das System zu optimieren. Welche Tools hierzu am besten geeignet sind, lesen Sie ab Seite 80.

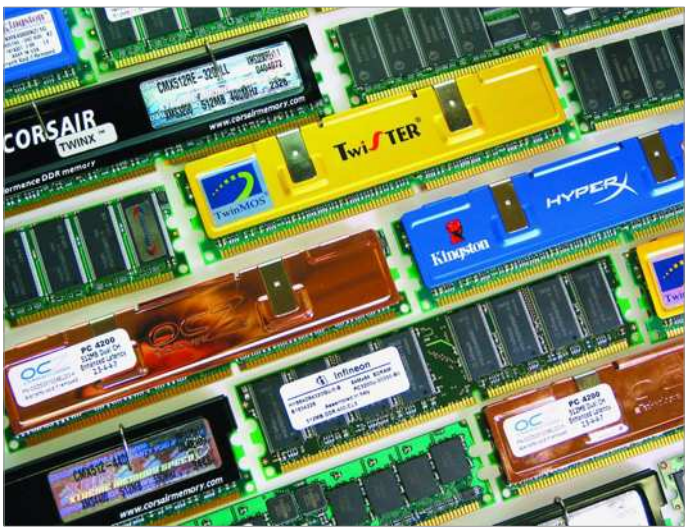
Doch auch aus bestehender Hardware lässt sich oftmals noch etwas mehr Leistung kitzeln als ursprünglich vom Hersteller vorgesehen: Übertakten heißt das Zauberwort. Durch das Anheben der Taktfrequenzen von Prozessor, Grafikkarte und Arbeitsspeicher lässt sich oftmals ein nicht zu unterschätzendes Performanceplus erreichen – und das völlig kostenfrei. Wie das geht, lesen Sie, abgestimmt auf die jeweilige Komponente, auf den folgenden Seiten. Abschließend zeigen wir Ihnen zudem noch die häufigsten und gravierendsten Fehlerquellen auf, die Sie unbedingt vermeiden sollten. Schon jetzt möchten wir aber explizit darauf hinweisen, dass alle Arbeiten auf eigenes Risiko geschehen und PC Games Hardware keine Verantwortung für eventuelle Schäden übernehmen kann. *(tl)*



Slot-Prozessoren sind ein gutes Beispiel dafür, dass jede CPU-Plattform nur eine begrenzte Lebensdauer hat – das gilt auch für aktuelle Systeme.



Auch wenn die Geforce GTX 460 vor drei Jahren noch ein echter Preis-Leistungs-Tipp war, mittlerweile ist die Luft raus und ein Upgrade wird nötig.



Mehr Arbeitsspeicher ist nicht unbedingt besser. Neben der Größe spielen auch viele andere Parameter eine Rolle bei der Auswahl des richtigen RAM-Kits.

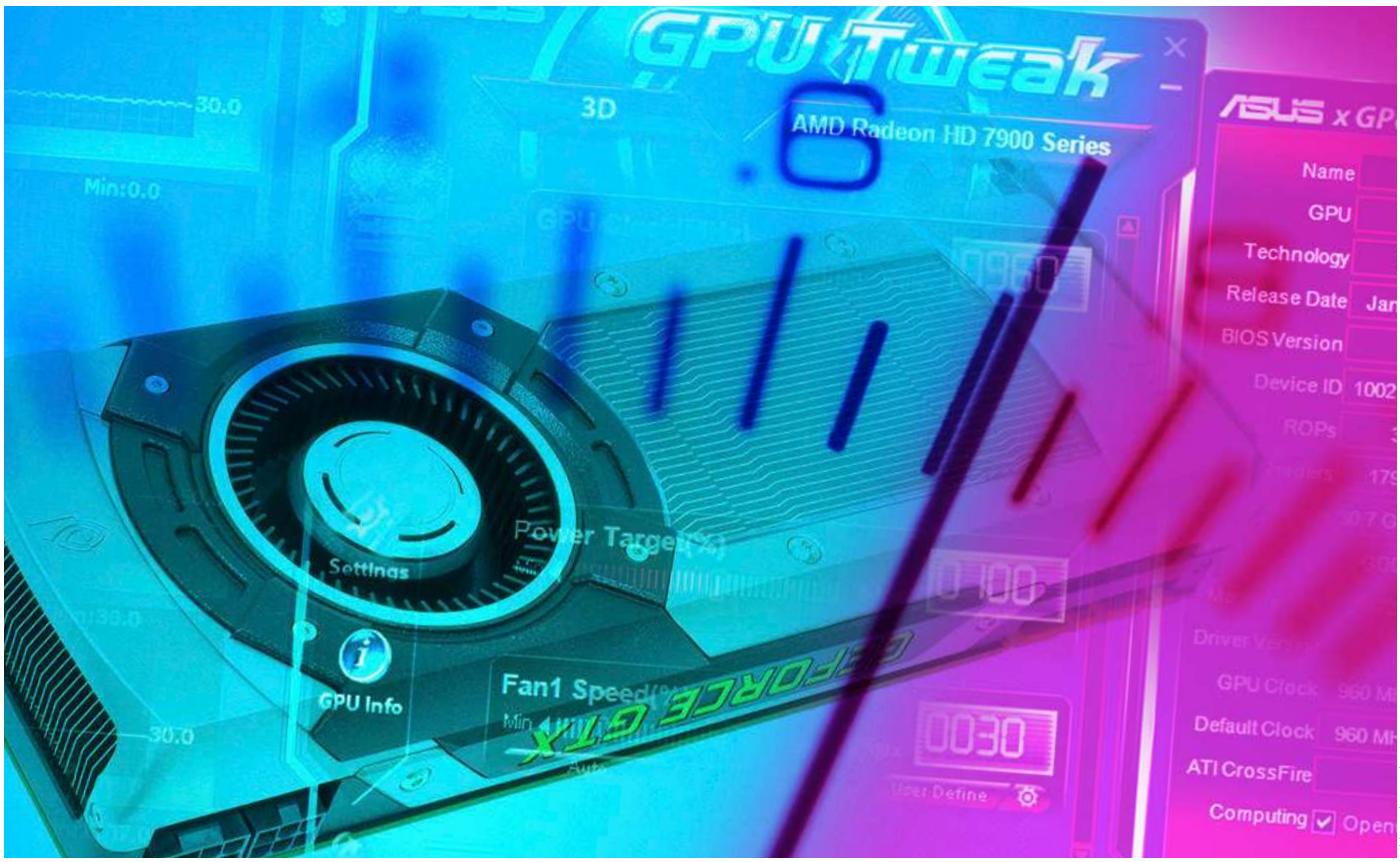


Bild: Modern Tech2

Tunen bis ans Limit

Sie müssen nicht gleich eine neue Grafikkarte kaufen, wenn neue Spiele ruckeln. Abhängig von Ihrem Modell können Sie bis zu 30 Prozent mehr Leistung herauskitzeln. Wir zeigen, wie's geht.

Langjährige PC-Zocker kennen das: Da wartet man eine gefühlte Ewigkeit sehnsüchtig auf ein Spiel und wenn's dann endlich auf dem heimischen Rechenknecht installiert ist, regiert Ruckeln. Falls Sie zu jenen Zeitgenossen zählen, die nur mit Ultra-Details spielen möchten, haben Sie nur zwei Optionen: tunen oder aufrüsten. In diesem Artikel geht's um die kostensparende erste Option bei Grafikkarten, dem neben der CPU wichtigsten Leistungsträger bei modernen PC-Spielen.

Übertaktungsgrundlagen

In Abhängigkeit von den Parametern Kühlung, Mut und Glück sind beachtliche Leistungsgewinne mit der gleichen Hardware möglich. Die Erfahrung lehrt, dass Grafikkarten, welche am Rande des technisch Möglichen gebaut sind, geringere Leistungsreserven aufweisen als Mittelklasse-Chips. Das gilt, bis der Nutzer die werkseitige Luftkühlung gegen Wasserkraft tauscht. Wir beschränken uns der Alltagstauglichkeit halber auf die mit (guter) Luftkühlung möglichen Taktraten. Die große Tabelle auf der übernächsten Seite enthält das aggregierte Wissen aus unzähligen PCGH-Overclocking-Tests auf Basis handelsüblicher Grafikkarten. Orientieren Sie sich ruhig an diesen Frequenzen, beachten Sie dabei jedoch, dass jede Grafikkarte ein Unikat ist: Da jedes Exemplar unterschiedliche elektrische Eigenschaften aufweist und von den Herstellern entsprechend mit Spannung versorgt wird, gibt es keine Garantie für einen spezifischen Takt. Immerhin lässt sich beinahe jede Grafikkarte ohne Zusatzmaßnahmen um zehn Prozent beschleunigen. Wer seinen Pixelschubser wirklich ans Limit treiben möchte, sollte nicht nur gute Kühlung sicherstellen, sondern benötigt darüber hinaus Programme, welche die Spannung des Grafikchips und/oder dessen Speicher anheben können. Diese Helfer stellen wir auf der nächsten Seite vor.

Ideale OC-Grafikkarten

Wie erwähnt, eignet sich nicht jedes Grafikkartenmodell für eine kräftige Übertaktung. In jeder GPU-Generation gibt es jedoch „OC-Wunder", Modelle, die mit einem geringen Grundtakt spezifiziert werden und sich daher prozentual sehr hoch treiben lassen. Zu diesen Modellen zählt zweifelsohne die erste Version der Radeon HD 7950, welche mit 800 MHz arbeitet. Gute Kühlung vorausgesetzt, stecken mindestens 1.000, meist sogar 1.100+ MHz in der GPU. Die neuere HD 7950 Boost und R9 280 nutzen den gleichen Chip, takten aber schon ab Werk mit 925/933 MHz. 1.150 MHz sind bei guten Exemplaren meistens möglich. Bei der HD 7870 und HD 7870 XT fällt sogar regelmäßig die 1.200-MHz-Marke.

Während gute GTX-680-Karten das Taktniveau der GTX 770 sehen und sich Letztere kaum übertakten lassen, steckt reichlich Potenzial in GTX-780- und Titan-„Classic"-Grafikkarten – eine BIOS-Modifikation vorausgesetzt. Dazu gleich mehr.

Die richtigen Tools und optimale Kühlung

PC Games Hardware rät beim Übertakten einer modernen Grafikkarte generell zum MSI Afterburner, da dieses Programm mit allen Modellen zusammenarbeitet und regelmäßige Updates erfährt. Nur in Einzelfällen, etwa speziellen Designs der Hersteller Asus, HIS und Sapphire, stellen die herstellereigenen Programme GPU Tweak, Iturbo und Trixx eine bessere Wahl dar, etwa weil der Spannungskontrollchip nur hiermit angesprochen werden kann. Achtung: Bei allen Angaben handelt es sich um Richtwerte – das Potenzial Ihrer Karte kann abweichen.

Kühlung über alles

Beim Übertakten ist gute Kühlung nicht optional, sondern ein Grundpfeiler des Erfolgs. Sowohl Radeon- als auch Geforce-Grafikkarten halten ihren Maximaltakt nur, solange die Kühlung es erlaubt. Starke Custom-Designs regeln die Lüfter automatisch hoch, um deutlich unter 80 Grad Celsius zu bleiben. Bei Geforce-Chips dürfen Sie diese Grenze erweitern, wir raten jedoch aufgrund des dadurch höheren Stromverbrauchs und der größeren Hitzebelastung der Bauteile davon ab – verstärken Sie besser die Kühlung. Neben der Möglichkeit, die Lüfterdrehzahl in Tools zu erhöhen oder einen anderen Kühler nachzurüsten, wirkt auch ein Durchzug im Gehäuse beziehungsweise ein Seitenwandlüfter wahre Wunder.

Powertune bei AMD

Radeon-Grafikkarten seit der HD-7000-Reihe verfügen über spezielle Schaltungen innerhalb des Grafikchips, welche die Temperatur und Stromstärke überwachen. Übersteigen beide oder einzelne Parameter die festgelegten Grenzwerte, taktet sich die Grafikkarte herunter, um innerhalb dieser Limits zu bleiben. Sehen wir uns das anhand eines praktischen Beispiels an.

Zu Anfang, also wenn Sie ein Spiel starten, ist der Chip kühl, was eine geringe Leistungsaufnahme zur Folge hat und es der Grafikkarte ermöglicht, ihren höchsten Boost-Takt (Maximalfrequenz) zu nutzen. Fortlaufende Erwärmung während des Spielens führt zu einer höheren Leistungsaufnahme, Leckströme nehmen zu. Infolgedessen gerät der Takt bei vielen Grafikkarten ins Wanken, die GPU passt ihre Frequenz und die anliegende Spannung dynamisch an – der Speichertakt bleibt bei allen modernen Grafikkarten unter Last konstant hoch.

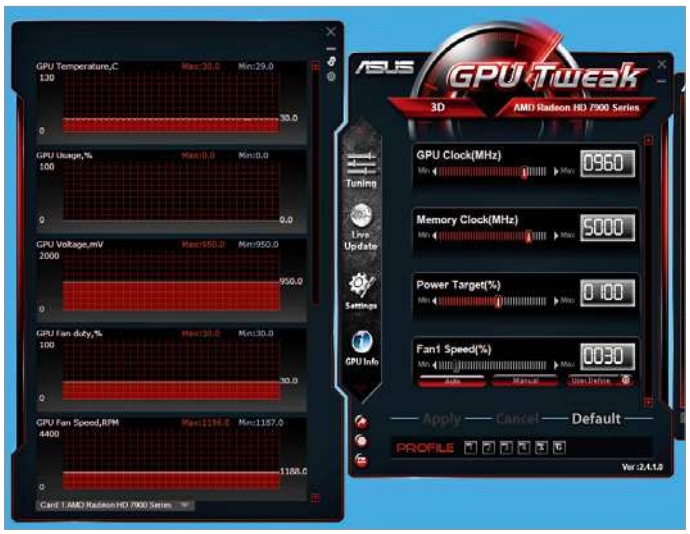
Mitunter drosselt eine Grafikkarte direkt nach dem Start eines Spiels, manchmal auch gar nicht. Welcher Fall eintritt, hängt von den Eigenheiten Ihrer Lieblingsspiele ab, denn einige „heizen" stärker als andere. Im PCGH-Testlabor hat sich Anno 2070 als Spitzenreiter hervorgetan, die meisten Radeon-GPUs können ihren Boost hier nicht halten, während Crysis 3, Battlefield 4 und Konsorten kein Problem darstellen. Dagegen hilft effektiv ein erhöhtes Powertune-Limit, das Sie im Overdrive-Menü des Catalyst Control Centers (CCC) einstellen. Mit +20 Prozent hält jede Karte ihren Takt, wird dabei jedoch deutlich heißer und lauter!

Achtung, Stolperfalle!

Gut zu wissen: Falls Sie Ihren OC-Takt und die Spannungen im MSI Afterburner setzen, sollten Sie nachträglich im Overdrive-Menü des CCC das Powertune-Limit überprüfen. Unsere Erfahrung besagt nämlich, dass selbst der Afterburner 3.0.1 das bei vielen Radeon-Grafikkarten nicht zuverlässig erledigt. Gerade bei kräftiger Übertaktung in Kombination mit erhöhter Kernspannung hat ein nicht erhöhtes Powertune-Limit fatale Folgen: Der Kerntakt – und damit auch die Leistungsaufnahme – unter Last wild umher, was Abstürze begünstigt.

GTX 760/770/780: Boost 2.0

Wer eine Geforce GTX 700 besitzt, sollte die Eigenheiten der automatischen Übertaktung GPU Boost 2.0 kennen. Erhöhen Sie das Power Target (in Prozent) und die Kernspannung Ihrer Grafikkarte (in Volt) bis zum Anschlag – gewöhnlich liegen diese Werte zwischen 103 und 110 Prozent und 1,2/1,212 Volt –, fällt der Boost ein bis zwei Stufen à 13 MHz höher aus. Wir raten dazu, zunächst diese Maximalwerte einzu-



GPU-Tweak: Ideal für Asus-Karten, bietet bei einigen Modellen (u. a. „Matrix"-Serie) spezielle Funktionen, arbeitet aber auch mit herstellerfremden Karten zusammen.

Afterburner: Bietet bei einigen MSI-Modellen (u. a. Lightning & Hawk) spezielle Funktionen und hat sich darüber hinaus als Optimum für alle modernen GPUs bewährt.

Nvidia Inspector: Obwohl es sich um kein offizielles, von Nvidia veröffentlichtes Tool handelt, bietet es den größten Funktionsumfang – nur für Geforce-GPUs.

	Standardtakt*	OC-Takt/Boost (Durchschnitt)	OC-Takt mit erhöhter Spannung**
Nvidia Geforce			
Geforce GTX Titan Black	889/980/3.500 MHz	1.110/3.800 MHz	1.250/3.900 MHz
Geforce GTX Titan	837/876/3.004 MHz	1.006/3.300 MHz	1.097/3.500 MHz
Geforce GTX 780	863/902/3.004 MHz	1.058/3.400 MHz	1.110/3.600 MHz
Geforce GTX 770	1.046/1.085/3.500 MHz	1.202/3.800 MHz	1.254/4.002 MHz
Geforce GTX 760	980/1.033/3.004 MHz	1.150/3.500 MHz	1.202/3.703 MHz
Geforce GTX 750 Ti	1.020/1.084/2.700 MHz	1.250/3.000 MHz	1.300/3.200 MHz
Geforce GTX 680	1.006/1.058/3.004 MHz	1.202/3.300 MHz	1.254/3.500 MHz
Geforce GTX 670	915/980/3.004 MHz	1.202/3.400 MHz	1.254/3.600 MHz
Geforce GTX 660 Ti	915/980/3.004 MHz	1.071/3.300 MHz	1.150/3.500 MHz
Geforce GTX 660	980/1.033/3.004 MHz	1.097/3.400 MHz	1.150/3.500 MHz
Geforce GTX 580	772/1.544/2.004 MHz	850/1.700/2.200 MHz	900/1.800/2.300 MHz
Geforce GTX 570	732/1.464/1.900 MHz	800/1.600/2.200 MHz	850/1.700/2.300 MHz
Geforce GTX 560 Ti	822/1.645/2.004 MHz	900/1.800/2.200 MHz	950/1.900/2.300 MHz
Geforce GTX 560	810/1.620/2.004 MHz	850/1.700/2.200 MHz	900/1.800/2.300 MHz
Geforce GTX 480	701/1.402/1.848 MHz	800/1.600/2.000 MHz	850/1.700/2.100 MHz
Geforce GTX 470	608/1.215/1.674 MHz	700/1.400/1.800 MHz	800/1.600/1.900 MHz
Geforce GTX 460	675/1.350/1.800 MHz	800/1.600/2.000 MHz	900/1.800/2.200 MHz
AMD Radeon			
Radeon R9 290X	727/1.000/2.500 MHz	1.100/2.800 MHz	1.200/3.000 MHz
Radeon R9 290	662/947/2.500 MHz	1.100/2.700 MHz	1.150/3.000 MHz
Radeon R9 280X	850/1.000/3.000 MHz	1.100/3.300 MHz	1.150/3.500 MHz
Radeon R9 280	850/933/2.500 MHz	1.100/2.800 MHz	1.150/3.000 MHz
Radeon HD 7970 GHz Ed.	1.000/1.050/3.000 MHz	1.100/3.300 MHz	1.150/3.500 MHz
Radeon HD 7970	925/2.750 MHz	1.050/3.000 MHz	1.100/3.300 MHz
Radeon HD 7950	800/2.500 MHz	1.000/2.900 MHz	1.100/3.000 MHz
Radeon HD 7870	1.000/2.400 MHz	1.100/2.800 MHz	1.200/2.900 MHz
Radeon HD 7850	860/2.400 MHz	1.000/2.700 MHz	1.100/2.800 MHz
Radeon HD 7790	1.000/3.000 MHz	1.150/3.300 MHz	1.200/3.500 MHz
Radeon HD 7770	1.000/2.250 MHz	1.100/2.500 MHz	1.150/2.600 MHz
Radeon HD 6970	880/2.750 MHz	930/3.000 MHz	950/3.100 MHz
Radeon HD 6950	800/2.500 MHz	900/2.700 MHz	950/2.900 MHz
Radeon HD 6870	900/2.100 MHz	930/2.400 MHz	1.000/2.500 MHz
Radeon HD 6850	775/2.000 MHz	850/2.400 MHz	950/2.500 MHz
Radeon HD 5870	850/2.400 MHz	950/2.600 MHz	1.000/2.700 MHz
Radeon HD 5850	725/2.000 MHz	850/2.400 MHz	900/2.600 MHz

* GPU-Basistakt/GPU Boost/Speicher respektive GPU/Shader/RAM bei Fermi-Grafikkarten ** Starke Kühlung vorausgesetzt

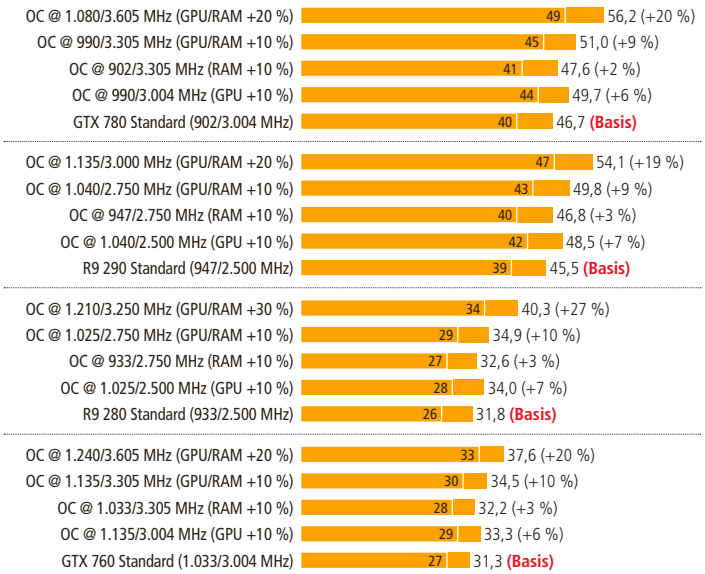
stellen und erst dann die Taktregler zu betätigen. Letztere funktionieren per Offset, das heißt, die von Ihnen eingetragenen Zahlen werden auf den automatischen Boost addiert. Ein Beispiel: 1.110 MHz automatischer Boost plus ein Offset von +90 MHz resultiert in einem Kerntakt von 1.097 MHz – bis die GPU-Temperatur den kritischen, wählbaren Schwellenwert erreicht.

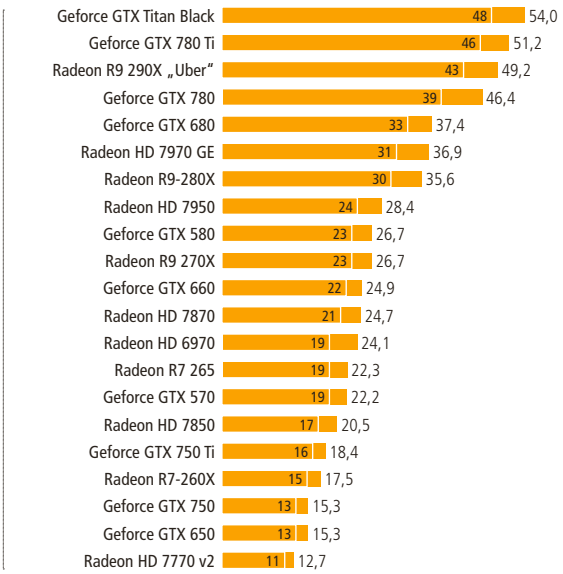
Ein Lüfter braucht Strom

Wer eine Geforce GTX 780/Titan/Black im Referenzdesign besitzt – erkennbar am silbernen Titankühler mit Plexiglasscheibe –, fährt beim Übertakten konsequent an die Watt-Wand, denn das Power Target ist zu straff für ausuferndes Overclocking. Interessant ist, dass der Lüfter deutliche Auswirkungen auf das Power-Budget hat: Während man sich bei älteren Grafikkarten keine Gedanken um den Stromverbrauch des Lüfters machen musste, fließt sein Konsum in den Gesamtverbrauch der Karte ein. Daher ist es nicht zielführend, mit 100 Prozent Drehkraft zu übertakten, denn dann fehlen GPU und Speicher einige Watt. Das Watt-Budget können Sie lediglich mithilfe einer BIOS-Mod vergrößern (siehe Folgeseite). OC-Karten der Nvidia-Partner kommen meist ab Werk mit einem großzügigeren Power Target daher.

Vier Grafikkarten schrittweise ausgereizt: +20 Prozent sind fast immer drin

1.920 x 1.080, SMAA High (4x), 16:1 HQ-AF – „Fields"





System: Core i7-4770K OC (4,6 GHz), Z87, 8 GiB DDR3-2000 (10-10-10-20-1T); Windows 7 x64, Catalyst 14.7 RC, Geforce 340.43 Beta; HQ-AF
Bemerkungen: Overclocking lohnt sich bei unzähligen Grafikkarten, oft ist das Leistungsniveau des nächsthöheren Modells erreichbar. Dabei gilt, dass Kerntakt immer wichtiger ist als Speicherdurchsatz.

Min. Ø Fps
▶ Besser

Optimierungsbeispiel: GTX 780

Besitzer eines potenten GTX-780-Herstellerdesigns sind nicht zwingend auf ein Tweak-BIOS angewiesen, da die meisten Modelle großen Spielraum hinsichtlich Kühlung und Power Target besitzen. Passionierte Übertakter wollen natürlich mehr – hier kommen spezielle BIOS-Versionen ins Spiel. Davon kursieren einige im Internet, wobei sich vor allem die Arbeit des Schweizer Tweakers svl7 hervortut. Er bietet seine ROMs im Forum der Webseite Techinferno (http://forum.techinferno.com) an. Neben einem werkseitig auf 350 Watt erhöhten Power Target, das selbst bei 1,212 Volt und 1,25 GHz nicht ausgereizt wird, hebeln diese Mods auch die zweite Overclocking-Hürde, den GPU-Boost, aus. Außerdem sind spezielle Downsampling-BIOS-Versionen verfügbar, mit denen sich besonders hohe Auflösungen und höhere Bildwiederholraten erzielen lassen. Das ist vor allem für Besitzer eines 1440p-/1600p-Bildschirms interessant, da sich hiermit Auflösungen von bis zu 5.120 x 2.880 respektive 5.120 x 3.200 bei 60 Hertz nutzen lassen.

Wer lieber selbst Hand anlegen und das BIOS an den Leib der eigenen Grafikkarte maßschneidern möchte, greift zum Kepler BIOS Tweaker. Die bei Redaktionsschluss aktuelle Version 1.27 ist nicht in der Lage, das BIOS der aktiven Grafikkarte auszulesen, weshalb Sie Ihr BIOS-ROM zunächst mithilfe von GPU-Z extrahieren müssen. Anschließend können Sie die Datei im Kepler BIOS Tweaker öffnen und bearbeiten. Schreiben Sie nur Werte ins BIOS, die sich in Ihren Tests als stabil erwiesen haben, sonst müssen Sie per Tool oder einem erneuten Flash nachbessern. In der Tabelle finden Sie ein paar Anhaltspunkte (keine Garantie!), was per BIOS-Mod möglich ist.

BIOS	3D-Takt (GU/VRAM)	2D/3D-Spannung	Fps in Crysis 3	Max. Lüfterkraft/Temperatur Crysis 3	Verbrauch Crysis 3 (ganzer PC)
Original	1.110/3.004 MHz (variabler Boost)	0,862/1,15 Volt	54,9	57 Prozent/67 Grad Celsius	367 Watt
Eigenbau-Mod	1.110/3.600 MHz (variabler Boost)	0,862/1,15 Volt	58,2	57 Prozent/67 Grad Celsius	378 Watt
svl7 Unlocked BIOS	1.019/3.004 MHz (konstant)	0,862/1,15 Volt	52,0	52 Prozent/66 Grad Celsius	351 Watt
svl7 per Tool ausgereizt	1.202/3.602 MHz (konstant)	0,862/1,21 Volt	61,3	60 Prozent/76 Grad Celsius	430 Watt
svl7 per Tool undervolted	902/3.004 MHz (konstant)	0,862/0,925 Volt	47,4	45 Prozent/55 Grad Celsius	270 Watt
Basis: Evga Geforce GTX 780 SC ACX. Angegeben ist die Leistungsaufnahme des kompletten PCs (ohne Monitor).					

Undervolting-Beispiel: GTX 570

Nvidias Geforce GTX 570 gehört zu den beliebtesten Grafikkarten der vergangenen vier Jahre und ist laut Umfragen noch bei vielen Lesern im Einsatz. Der Zahn der Zeit nagt jedoch fühlbar an Nvidias Oberklasse-Modell von 2010: Während damals sowohl die Leistung als auch die Leistungsaufnahme hoch waren, gilt heutzutage nur noch Letzteres. Wir geben daher Tipps, wie Sie Ihre GTX 570 sowohl schneller als auch sparsamer machen – teilweise klappt das sogar gleichzeitig.

Potenzial, das begeistert

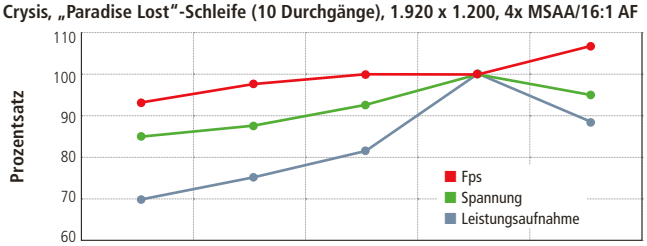
Bei unserem Versuchskaninchen handelt es sich um eine gewöhnliche GTX 570 im Referenzdesign. Im Test zeigt sich, dass sie ihren Standardtakt noch mit 0,925 anstatt 1,000 Volt stemmen kann. Der Verbrauch sinkt infolgedessen von 184 auf runde 150 Watt, was einer Reduktion von 18,5 Prozent entspricht. Die Leistungsaufnahme sinkt nicht linear, sondern stärker, als es die prozentuale Spannungsreduktion erahnen lässt – es sei denn, Sie steigern parallel die Taktrate, welche die Leistungsaufnahme erhöht. Abhängig von der Qualität Ihrer Karte ist eine messbare Steigerung der Fps möglich, ohne dass der Verbrauch gegenüber der Standardeinstellung zunimmt. Unser Proband erreicht diesen Kompromiss bei 780/1.560/2.200 MHz und 0,975 Volt Kernspannung.

Schon im Leerlauf liegt bei allen Fermi-Grafikkarten Sparpotenzial brach. Exemplarisch für die Gatting Geforce 400/500 undervolten wir die GTX 570 im 2D-Modus per BIOS-Mod (Fermi BIOS Editor oder Nibitor) von 908 auf 846 mV. Die Leistungsaufnahme sinkt um vier Watt und der Chip bleibt – bei festgesetzten 40 Prozent PWM-Impuls – kühler. Dasselbe Spiel wagten wir auf einer GTX 580 AMP: Mit 0,814 anstelle von 0,955 Volt beträgt die Leistungsaufnahme nur noch 26 Watt (zuvor: 33 Watt).

3D-Optimierung	Max. GPU-Temperatur	Max. Lüfterdrehzahl
Geforce GTX 570 optimiert	78 Grad Celsius	56 Prozent
Geforce GTX 570 (Standard)	80 Grad Celsius	57 Prozent
Geforce GTX 570 undervolted	77 Grad Celsius	55 Prozent
Geforce GTX 570 undervolted 2	73 Grad Celsius	54 Prozent
Geforce GTX 570 undervolted 3	71 Grad Celsius	53 Prozent
2D-Optimierung	**GPU-Temperatur**	**Leistungsaufnahme**
Standard (908 Millivolt)	43 Grad Celsius	30 Watt
Optimiert (846 Millivolt)	41 Grad Celsius	26 Watt

GTX 570: Undervolting-Auswirkungen

Crysis, „Paradise Lost"-Schleife (10 Durchgänge), 1.920 x 1.200, 4x MSAA/16:1 AF



Undervolted 3	Undervolted 2	Undervolted	Standard	PCGH-optimiert
650/1.300/1.800 MHz	700/1.400/1.900 MHz	732/1.464/1.900 MHz	732/1.464/1.900 MHz	750/1.500/2.100 MHz
0,850 Volt	0,875 Volt	0,925 Volt	1,000 Volt	0,950 Volt
128 Watt	138 Watt	150 Watt	184 Watt	163 Watt
41 Fps	43 Fps	44 Fps	44 Fps	47 Fps

System: Core i7-860 @ 4,0 GHz, P55, 2 x 2 GiB DDR3-1600, Windows 7 x64; Geforce 270.61 WHQL (HQ)

BIOS-Mods bei Geforce-Grafikkarten

Der Kepler BIOS Tweaker ist mit allen modernen Nvidia-Grafikkarten kompatibel, auch ROMs der Geforce GTX 750 (Ti) mit Maxwell-Genen lassen sich bearbeiten. Wer eine ältere Fermi-basierte Grafikkarte (Geforce 400/500) modifizieren möchte, der benötigt wie auf der vorigen Seite erwähnt den Fermi BIOS Editor. Vor jeder BIOS-Modifikation ist es ratsam, die Wunscheinstellungen mehrere Stunden mit verschiedenen Spielen zu testen. Im PCGH-Testlabor hat sich ein Cocktail aus Anno 2070, Bioshock Infinite, Crysis Warhead, Crysis 3 und Far Cry 3 bewährt. Kommt es zum Absturz, reduzieren Sie die Frequenzen um 20 bis 30 MHz oder erhöhen Sie die Spannung um eine Stufe. Läuft die Karte stabil, beispielsweise mit 1,15 Volt, sollten Sie dennoch einen kleinen Puffer einplanen und 1,163 Volt fürs BIOS anvisieren. Trotz aller Vorsichtsmaßnahmen kann es vorkommen, dass ein neues Spiel oder beispielsweise sommerliche Umgebungstemperatur die scheinbar stabile Grafikkarte zum Absturz bringt. In diesem Fall müssen Sie das BIOS nochmals modden oder per Tool nachbessern.

Der Kepler BIOS Tweaker ist das Mittel der Wahl, um das BIOS aktueller Geforce-Grafikkarten zu modifizieren. Bei GF-400/500-Modellen hilft der Fermi BIOS Editor.

Der Kepler BIOS Tweaker

Die wichtigsten Einstellungen des Kepler BIOS Editors finden Sie indes unter „Common" – Anfänger sollten sich nur in diesem Menü bewegen. Die einfachste Übung ist, den Speichertakt („Memory clock") anzuheben. Sie können die von Ihnen als stabil erachtete Zahl einfach in das Taktfeld tippen.

Kniffliger ist es, Durchblick bei den anderen Taktoptionen zu bewahren. Bei unseren Testkarten waren die „TDP Base Clock" und die „3D Base Clock" synchron. Die dort stehende Frequenz ist der Basistakt und liegt unter Last mindestens an, selbst unter schlimmsten Bedingungen. Die „Boost Clock" ist ein typischer Taktwert, der angestrebt wird, solange es Temperatur und Verbrauch erlauben. Erhöhen Sie diesen Wert deutlich, sollten Sie darauf achten, dass das „Boost Limit" links gleich hoch oder höher liegt. Wir empfehlen zwecks möglichst konstanter Frequenzen, dass Sie alle drei Clocks auf der rechten Seite gleichschalten. Vorsicht: Setzen Sie die Boost Clock (allein) zu hoch, kann es vorkommen, dass die Karte übermütig wird. Mitunter springt der Takt dann in wacklige Gefilde und die GPU stürzt ab. Haben Sie also 1.202 MHz als stabiles Maximum ermittelt, tragen Sie diese Zahl in alle drei Felder ein.

Wer stark übertaktet, sollte unter „Power Table" ganz hinunterscrollen und die Werte „Def" sowie „Max" erhöhen. Ersteres bezeichnet die maximal mögliche Leistungsaufnahme der kompletten Grafikkarte, Letzteres den Wert, der durch Erhöhung des Power-Targets in Tools möglich wird. Die Einträge hinter den Reitern „Boost States" und „Clock States" sind mit den erwähnten Optionen verknüpft, daher sollten Sie hier keine Änderungen vornehmen.

Wer eine Geforce GTX Titan (Black) oder GTX 780 (Ti) nutzt, sollte sich die auf der vorigen Seite erwähnten BIOS-ROMs aus dem Techinferno-Forum ansehen (http://forum.techinferno.com).

Flashen: So geht's

Wer eine halbwegs moderne Nvidia-Grafikkarte besitzt, kann alle Arbeiten unter Windows erledigen. Experten schwören jedoch auf Microsofts altehrwürdiges Disk Operating System (DOS).

Egal ob Sie das BIOS Ihrer eigenen Grafikkarte modifizieren oder ein fremdes ROM aus dem Internet aufspielen möchten, Nvflash für Windows erledigt den Job. Das ist praktisch, da man sich so die Einrichtung eines bootfähigen USB-Sticks spart.

Entpacken Sie Nvflash für Windows zunächst an einen Ort Ihrer Wahl. Anschließend bietet es sich an, das Original-BIOS Ihrer Geforce-Grafikkarte zu sichern – das geht auch per GPU-Z, Paranoiker schwören jedoch auf ein Back-up mittels Nvflash. Unter Windows erledigen Sie alle Aufgaben am besten durch Verknüpfungen zur Nvflash.exe. Legen Sie zum Speichern des BIOS eine solche an und fügen Sie ganz rechts hinter „Ziel"– „nvflash.exe" das Kommando --save Original.rom hinzu. Ein Doppelklick auf diese Verknüpfung hat zur Folge, dass das Tool Ihr Grafikkarten-BIOS ausliest und in einer Datei namens Original.rom abspeichert. Sie liegt anschließend im gleichen Verzeichnis.

Nun fangen Sie entweder das Modding auf Basis Ihres Back-ups an oder Sie haben bereits ein ROM, das Sie aufspielen („flashen") möchten. Kopieren Sie diese Datei ins gleiche Verzeichnis, in dem auch die Nvflash.exe verweilt. Eine zweite Verknüpfung mit den Befehlen -6 Mod.rom, wobei Sie Mod.rom durch den Namen Ihrer Datei ersetzen müssen, startet den Flash-Vorgang. Im aufpoppenden Fenster müssen Sie den Vorgang in jedem Fall mithilfe der y-Taste (kurz für „yes") bestätigen – wer Nvflash für DOS nutzt, betätigt wegen des amerikanischen Tastatur-Layouts die z-Taste.

Meldet Nvflash einen Schreibschutz (write protection) oder einen ID-Mismatch, hilft Ihnen eines der Kommandos aus der Tabelle. Furchtlose Naturen respektive alte Hasen in Sachen BIOS-Modding füttern Nvflash direkt mit den Kommandos -5 -6, woraufhin der Vorgang trotz möglicher Warnmeldungen erzwungen wird.

Kommando	Effekt
nvflash --save X.rom	Speichert das aktuelle BIOS in einer Datei namens X.rom ab
nvflash -6 X.rom	Flasht die BIOS-Datei X.rom auf die Karte, bei gleicher Karte & gleichem Hersteller optimal
nvflash -5 -6 X.rom	Erzwingt Flash der BIOS-Datei X.rom (ID-Overrides), Befehl bei herstellerfremdem BIOS nötig
nvflash --protectoff	Entfernt ggf. Schreibschutz auf der Karte
nvflash -y -6 x.rom	Startet den PC nach dem Flash-Vorgang neu
nvflash --help	Zeigt die Hilfeseite mit allen Befehlen (englisch)

BIOS-Mods bei Radeon-Grafikkarten

Lange Zeit war es nicht möglich, Radeon-Grafikkarten mit maßgeschneiderten BIOS-ROMs zu bespielen. Mit dem Tool VBE7 eines Hobbyprogrammierers ist dieser Missstand Geschichte – zumindest bei der alteingesessenen HD-7000-Serie sowie deren technisch eng verwandten Nachfolgern R7 260(X), R7 265, R9 270(X) und R9 280(X). Wer eine Hawaii-basierte Radeon nutzt – derzeit sind das nur die die Modelle Radeon R9 290, R9 290X und R9 295 X2 –, geht bei diesem Tool leer aus, doch es gibt eine Alternative. Dazu gleich mehr.

Alle Radeon-Topmodelle seit der HD-6900-Reihe bieten ein Dual-BIOS, sodass hier immer ein funktionierendes Back-up bleibt, falls beim Modden etwas schiefgeht. Sie finden den entsprechenden Schalter an der Oberseite Ihrer Grafikkarte neben den Goldkontakten für Crossfire. Bei Sapphire-Karten kommt oft anstelle des Schalters ein Knopf zum Einsatz. Nach Änderung der Schalterstellung müssen Sie Ihren PC neustarten, damit das andere BIOS initialisiert wird.

BIOS auslesen

Um das BIOS Ihrer eigenen Grafikkarte zu bearbeiten, müssen Sie es zunächst aus dem ROM extrahieren. Hierfür eignet sich beispielsweise das Tool GPU-Z: Klicken Sie im Hauptfenster neben der „BIOS Version" auf den grünen Pfeil, wählen Sie nun „Save to file" und speichern Sie die ROM-Datei beispielsweise unter dem Namen Original.rom ab.

OC-BIOS auf Standardkarte

Ist kein Modding-Tool in Sicht, hilft die klassische Vorgehensweise: Man nehme das BIOS einer werkseitig übertakteten Grafikkarte und flashe es auf ein Standardmodell. Das funktioniert oft ohne störende Nebeneffekte – aber nicht immer. Zum Start einer neuen GPU nutzen alle Hersteller die gleichen Platinen oder einen Nachbau, erhöhen die Taktraten und schnallen gegebenenfalls einen anderen Kühler darauf. Die BIOS-Dateien verschiedener Hersteller sind also prinzipiell miteinander kompatibel.

Um diese Theorie zu untermauern, haben wir testweise eine Radeon R9 290 im Referenzdesign mit dem BIOS einer Powercolor R9 290 PCS+ bespielt. Letztere arbeitet mit stolzen 1.040/2.700 anstelle von (maximal) 947/2.500 MHz (+10/8 %). Die Flash-Programme wehren sich anfangs, da der hinterlegte Herstellername (Vendor-ID) abweicht, also forcieren wir das Update in Atiflash für DOS. Wie das genau funktioniert, erläutern wir im Extrakasten auf der rechten Seite. Anschließend arbeitet die Testkarte in Spielen tatsächlich mit 1.040/2.700 MHz und hält diesen Takt, während das Referenzdesign oft unter die 900-MHz-Marke fällt. Doch es gibt eine unschöne Nebenwirkung: Das Powercolor-BIOS nutzt eine deutlich steilere Lüfterkurve, weshalb unsere Testkarte mit dem Referenzkühler rasch extrem laut wird. Dagegen hilft nur ein Eingriff in Tools, doch genau das wollten wir schließlich durch das Mod-BIOS vermeiden.

Maßgeschneidertes BIOS

Wohl dem, der das eingangs erwähnte Programm VBE7 nutzen kann. Im Test mit diversen HD-7000- und R-Serie-Karten funktionierte das bestens, mit einer kleinen Einschränkung: VBE7 unterstützt bislang keine UEFI-Erweiterung, weshalb diese Funktion bei modernen Karten im Falle einer BIOS-Mod deaktiviert wird.

Bis auf diese Einschränkung bietet VBE7 alles, was das Modderherz begehrt: Taktraten, Spannungen, Powertune-Limit und sogar die Lüfterkurve lassen sich den eigenen Wünschen entsprechend anpassen. Da die Optionen des VBE7 selbsterklärend sind, sparen wir uns eine Detailbetrachtung. Wer eine Radeon HD 7970 besitzt, kann sich beispielsweise am Video auf der Heft-DVD und an den Bildern zur Linken orientieren und sie wie wir in eine sparsame Radeon R9 280X umwandeln. Um das einfache Modden mit einem einfachen Flash-Vorgang abzuschließen, laden Sie sich am besten Ati Winflash herunter. Einen Neustart später ist Ihr Eigenbau-BIOS aktiv. *(mh/rv)*

Flashen: So geht's

Auch Radeon-Grafikkarten lassen sich relativ gefahrlos unter Windows flashen. Mehr Sicherheit gewährleistet eine DOS-Umgebung.

Zum Aufspielen einer ROM-Datei nehmen Sie am besten Ati Winflash. Nachdem wir in der Vergangenheit sporadische Fehl-Flashvorgänge hatten – das Programm fror während des Aufspielens ein und beim nächsten Rechnerstart blieb der Bildschirm aus –, hatten wir mit der bei Redaktionsschluss aktuellen Version 2.6.7 kein einziges Problem mit mehreren Grafikkarten. Gerade bei BIOS-Tools sind die jeweils neuesten Versionen empfehlenswert, da ältere Iterationen möglicherweise nicht mit modernen Grafikchips und deren ROMs vertraut sind.

Praktisch: Ati Winflash ist in der Lage, das BIOS der momentan installierten Radeon-Grafikkarte auszulesen und in einer Datei abzuspeichern. Führen Sie das Programm hierfür über die ATIWinflash.exe aus und wählen Sie „Speichern". Nun dürfen Sie den Dateinamen angeben, wobei sich ein wiedererkennbare Bezeichnung wie Original.rom anbietet. Ein paar Sekunden später liegt das ROM auf Ihrem Datenträger und Sie können mit dem Modding anfangen respektive ein schon vorhandenes BIOS aufspielen. Alternativ nutzen Sie für ein solches – sehr wichtiges – Back-up das Tool GPU-Z.

Ati Winflash hat sich im PCGH-Testlabor bewährt, um modifizierte Versionen des eigenen Grafikkarten-BIOS zu flashen. Hier stimmen alle Daten (Vendor-ID & Co.) überein, sodass es zu keinen Warnmeldungen kommt. Wer ein herstellerfremdes ROM aufspielen möchte, sollte sich einen bootfähigen USB-Stick einrichten und auf ein aktuelles Atiflash (DOS-Version) zurückgreifen. Das Programm funktioniert prinzipiell wie Nvflash, erfordert jedoch einen Zusatz: Sie müssen dem Tool mitteilen, welches Device (Gerät) bespielt werden soll. Im Falle einer installierten Grafikkarte ist das Device 0; die zweite Karte hätte den Index 1.

Kommando	Effekt
atiflash -s 0 X.rom	Speichert das aktuelle BIOS in einer Datei namens X.rom ab
atiflash -p 0 X.rom	Flasht die BIOS-Datei X.rom auf die Karte (Device 0), bei gleicher Karte & gleichem Hersteller optimal
atiflash -p -f 0 X.rom	Erzwingt Flash der BIOS-Datei X.rom (ID-Overrides), Befehl bei herstellerfremdem BIOS nötig
atiflash -p -f -fs -fp 0 X.rom	Forciert Flash der BIOS-Datei ohne Rücksicht auf SSID und P/N-Check – bei stark abweichenden BIOS-ROMs nötig
atiflash -p 0 X.rom -reboot	Startet den PC nach dem Flash-Vorgang neu

```
C:\>atiflash -p -f 0 Mod.rom
Old SSID: 0B00
New SSID: 0B00
Old P/N: 113-C3860100-100
New P/N: 113-C3860100-100
Old DeviceID: 6798
New DeviceID: 6798
Old Product Name: Tahiti B0 CR XT C38601 GDDR5 3GB 500e/1
New Product Name: Tahiti B0 CR XT C38601 GDDR5 3GB 500e/1
Old BIOS Version: 015.012.000.004.000346
New BIOS Version: 015.012.000.004.000346
Flash type: M25P10/c
Burst size is 256
20000/20000h bytes programmed
20000/20000h bytes verified

Restart System To Complete VBIOS Update.

C:\>_
```

Mehr SSD-Tempo gratis

Wer sich die Eigenheiten und Besonderheiten seiner SSD bewusst macht, kann nicht nur die Lebensdauer des Flash-Speichers, sondern auch das durchschnittliche Arbeitstempo erhöhen.

Die Hersteller geben für ihre SSD-Festplatten mit der Lese- und der Schreibgeschwindigkeit zwei zentrale Kennzahlen an. Damit Sie näher an die Idealwerte kommen, zeigen wir Ihnen in diesem Workshop wichtige Tuning-Tipps.

Basisfrage

Die meisten SSD-Festplatten laufen aktuell unter einem Windows-Betriebssystem, wobei die Mehrzahl der Anwender aktuell laut Statistik Windows 7 einsetzt. Leider sind im Standard nicht alle Parameter optimal auf die Nutzung einer SSD-Festplatte abgestimmt. Aus diesem Grund sollten Sie bei Ihren Optimierungsmaßnahmen im ersten Schritt direkt bei Windows beginnen. Viele der Grundeinstellungen kommen noch aus Zeiten einer magnetischen Festplatte (HDD). Zu diesem Zeitpunkt und in dieser Konstellation waren sie durchaus berechtigt und hilfreich. Bei einer SSD-Festplatte kann dies jedoch gerade das Gegenteil bewirken und zu einer Leistungsminderung führen. Aus diesem Grund sollten Sie die folgenden Einstellungen genau kontrollieren und bei Bedarf korrigieren.

Wer immer noch Windows XP benutzt, sollte einen Umstieg auf Win 7 oder neuer in Erwägung ziehen, nicht nur aus Sicherheitsaspekten. Das altehrwürdige Betriebssystem unterstützt viele Funktionen nicht, die für den Betrieb einer SSD sinnvoll sind, etwa die „TRIM-Funktion“. Diese bereinigt unnötigen Datenmüll auf der SSD und erhöht vollautomatisch im Hintergrund das Arbeitstempo und die Lebensdauer der Solid State Disk.

Windows-XP-Nutzern bleibt also nur die Möglichkeit auf Werkzeuge von Drittherstellern zurückzugreifen. Häufig liegen die Tools direkt der SSD bei, andernfalls hilft eine kurze Google-Suche weiter. Nachteil dieser Lösung: Jeder TRIM-Vorgang muss manuell gestartet werden.

Defragmentierung deaktivieren

Die Speicherung der Daten auf einer HDD-Festplatte erfolgt an unterschiedlichen Stellen auf der magnetischen Scheibe. Je länger Sie diese nutzen und je mehr Sie Daten gelöscht und wieder neu geschrieben haben, desto weniger zusammenhängende Stellen gibt es auf der HDD. Dadurch muss der Festplattencontroller die Daten immer verteilter auf die Festplatte schreiben. Beim anschließenden Lesen geht der Lesekopf der Festplatte viele Wege, um die Daten über die Festplatte hinweg zusammenzusammeln. Durch das Defragmentieren werden bei einer HDD die

Daten zusammenhängend sortiert und neu geschrieben.

Dies ist bei einer SDD-Festplatte nicht notwendig, da es keine mechanischen Schreib-/Leseköpfe mehr gibt. Aus diesem Grund sollten Sie kontrollieren, ob die Defragmentierung für Ihre SDD aktiv ist, und diese gegebenenfalls deaktivieren. Dazu rufen Sie über den Windows Explorer die Eigenschaften Ihrer SSD-Festplatte auf und wechseln auf die Registerkarte „Tools“. Auf dieser wählen Sie die Funktion „Jetzt defragmentieren“ aus.

In der Regel wird die Festplatte nach einem vordefinierten Zeitplan wöchentlich defragmentiert. Wenn im folgenden Fenster eine Schaltfläche „Zeitplan konfigurieren“ zu sehen ist, wird auch auf Ihrem Computer die SSD defragmentiert. Rufen Sie die Konfigurationssicht auf und deaktivieren Sie „Ausführung nach Zeitplan“. Damit wird auch die Defragmentierung abgeschaltet.

Prefetching und SuperFetch abschalten

Weitere HDD-Besonderheit sind die Funktionen „Prefetch“ und „SuperFetch“. „Prefetch“ sorgt für eine Einlagerung von häufig benötigten Daten im vorderen Teil der HDD, „SuperFetch“ lädt diese Daten und Programme beim Start von Windows direkt in den Arbeitsspeicher. Beide Funktionen sind aufgrund der Zugriffsgeschwindigkeiten einer SSD nicht mehr notwendig. Deswegen ist in diesem Fall auch die klare Empfehlung von Microsoft, diese unter Windows 7 zu deaktivieren (http://bit.ly/1jnQkfq).

Dazu sind einige Anpassungen in der Registry notwendig. Führen Sie dazu den Registrierungseditor unter Windows 7 aus: Rufen Sie mit [Windows] + [R] den ausführen-Dialog auf und geben Sie an dieser Stelle „regedit“ ein.

Gehen Sie im Registrierungseditor auf das Verzeichnis „HKEY_LOCAL_MACHINE“ und suchen Sie den folgenden Eintrag: HKEY_LOCAL_MACHINE\SYSTEM\CurrentControlSet\Control\Session Manager\Memory Management\PrefetchParameters. An dieser Stelle finden Sie die beiden Schlüssel „EnablePrefetcher“ und „EnableSuperfetch“. Setzen Sie beide per Doppelklick auf den Wert „0“. Starten Sie anschließend Ihren Computer neu.

Auf Timestamp und DOS-Dateinamen verzichten

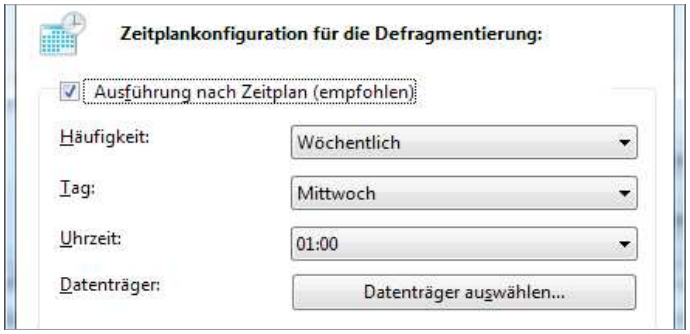
Zwei weitere Funktionen, die Microsoft aus historischen Gründen beibehält, sind „Timestamp“ sowie die DOS-Dateinamen. Bei der ersten wird zu jeder Datei gespeichert, wann diese erstellt sowie zuletzt geöffnet und bearbeitet wurde. Dies verlängert den Lese- und Schreibzugriff einer jeden Datei. Sollten Sie die Funktion nicht benötigen, dann deaktivieren Sie diesen über das MSDOS-Eingabefenster.

Dieses öffnen Sie am schnellsten über [Windows] + [R] und die Eingabe „cmd“. Führen Sie anschließend den Befehl „fsutil behavior set disablelastaccess 1“ für die Deaktivierung der Protokollfunktion aus.

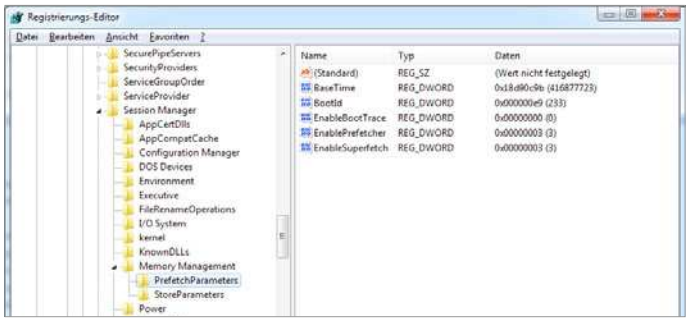
Wenn Sie auch die langen DOS-Namen nicht mehr benötigen sollten, lautet der korrespondierende Befehl entsprechend „fsutil behavior set disable8dot3 1“.

AHCI einschalten

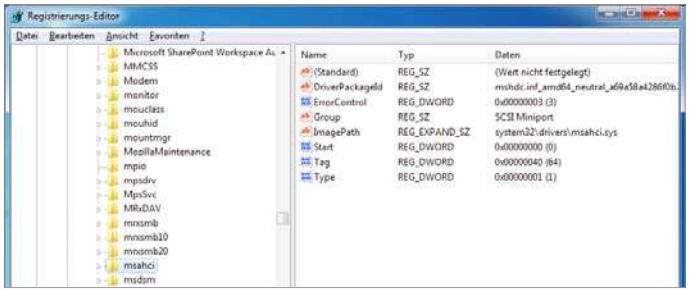
AHCI (Advanced Host Controller Interface) ist ein Schnittstellen-Standard für SATA-Controller. Dieser muss für SSD-Festplatten aktiviert sein, um die optimale Performance zu erreichen. Führen Sie die Aktivierung am besten direkt beim Einbau der SSD-Festplatte in Ihren Computer durch. Haben Sie diesen Zeitpunkt verpasst, lässt es sich mit einigen Zusatzschritten auch im Nachgang erledigen.



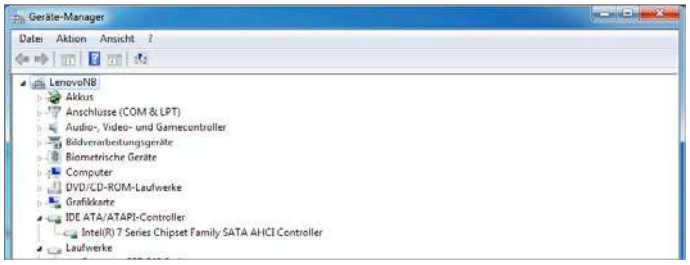
Bei Windows 7 ist die Datenträgerdefragmentiertung standardmäßig aktiviert. SSD-Nutzer sollten diese Option abschalten, um die Lebensdauer zu erhöhen.



In der Registry sollten die Werte für die Funktionen „Prefetch“ und „Superfetch“ jeweils auf „0“ gesetzt werden, dies entlastet die SSD auf Dauer.



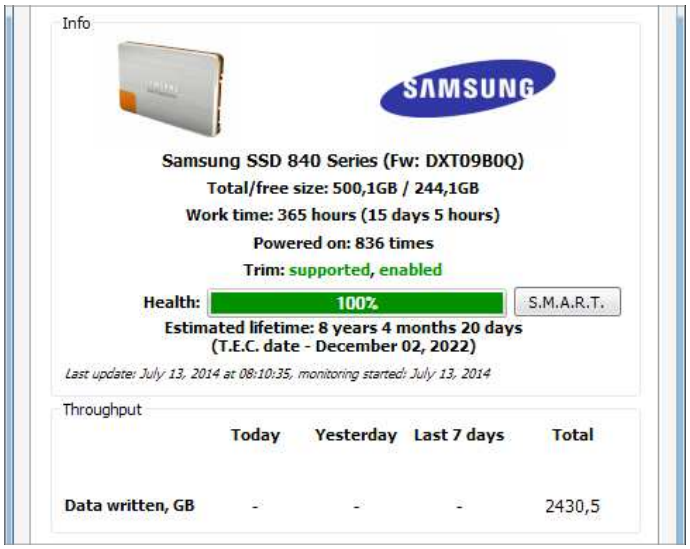
Stellen Sie in der Registry sicher, dass der AHCI-Modus für alle verbauten Solid State Disks in Ihrem System aktiviert ist.



Wenn der AHCI-Treiber unter Windows korrekt konfiguriert wurde, erkennen Sie dies unter anderem an der Bezeichnung im Geräte-Manager.

Dazu müssen Sie als Erstes innerhalb der Registry den Schlüssel HKEY_LOCAL_MACHINE\SYSTEM\CurrentControlSet\services\msahci aufsuchen und den Wert „Start“ auf „0“ setzen.

Haben Sie für die SSD den AHCI-Modus nicht bei der Installation durchgeführt, können Sie dies auch noch im Nachgang durchführen. Prüfen Sie zuvor noch einmal, ob Ihr Mainboard sowohl einen SATA2- als auch einen SATA3-Anschluss besitzt. Schließen Sie Ihre SSD immer an dem SATA3-Anschluss an, auch wenn es sich um eine SSD mit SATA2-Schnittstelle handelt. Wenn Sie sich nicht sicher sind und die Schnittstellen auf Ihrem Mainboard nicht eindeutig beschriftet sind, prüfen Sie dies am besten über Ihr Mainboard-Handbuch. Aktivieren Sie anschließend im BIOS für den ausgewählten Controller AHCI und speichern Sie diese Einstellungen. Starten Sie Ihren Computer neu und installieren Sie anschließend unter Windows den AHCI-Treiber nach.



Mit Tools wie dem „SSD-Tweaker“ lesen Sie zahlreiche nützliche Funktionen rund um Ihre Flash-Laufwerke aus, beispielsweise die Gesamtnutzungsdauer.

Mithilfe der mitgelieferten Verwaltungssoftware Ihrer Solid State Disk aktualisieren Sie einfach und komfortabel die Firmware Ihrer SSD.

Werkzeuge wie das Tool „Samsung SSD Magician“ liefern zahlreiche nützliche Informationen, besonders interessant ist der Gesundheitszustand der SSD.

Registry Parameter automatisiert optimieren

Wenn Sie nicht selbst in der Registry Hand anlegen möchten, gibt es auch verschiedene Programme, die speziell für SSDs Optimierungen durchführen. Dabei können Sie über eine Oberfläche auswählen, welche Parameter angepasst werden sollen, und müssen diese nicht mehr direkt innerhalb der Registry ändern. Sie sollten mit diesen Programmen jedoch sehr umsichtig vorgehen, vor der Änderung die Registry sichern und immer nur einen Parameter pro Durchgang ändern. Damit lassen sich Probleme leichter identifizieren und wieder korrigieren.

Zwei Vertreter dieser Gattung sind SSD Tweaker (http://bit.ly/1qw81Ix) und Tweak SSD (http://bit.ly/1mXBqxo). Von beiden Anwendungen gibt es mehrere Versionen: eine kostenlose Test- oder Demo-Version sowie eine kostenpflichtige Vollversion. Die kostenlose Variante erlaubt lediglich die Anpassung von einer beschränkten Anzahl von Parametern. Wenn Sie den kompletten Funktionsumfang nutzen möchten, benötigen Sie immer die kommerzielle Version. Aus Sicht der Redaktion ist diese Investition jedoch nicht zwingend erforderlich. Die wichtigsten Parameter haben wir Ihnen ja bereits vorgestellt und unter Windows 8 empfiehlt Microsoft aktuell keine manuellen Änderungen der Parameter mehr.

BIOS aktualisieren

Eine SSD-Festplatte besitzt ebenfalls ein eigenes Betriebssystem, die Firmware. Für dieses gibt es immer wieder Aktualisierungen durch den Hersteller. Die Firmware lässt sich in der Regel durch das mitgelieferte Programm des SSD-Herstellers aktualisieren. Wir zeigen Ihnen dies am Beispiel der Anwendung „Magician“ von Samsung. Die aktuelle Version finden Sie auf der Website des Herstellers (http://bit.ly/1dheVuo).

Sie finden an dieser Stelle unter dem Menüpunkt „Firmware Update“ eine Funktion zur Überprüfung des aktuellen Status. Gibt es eine neue Version, dann können Sie diese direkt an dieser Stelle aktualisieren. Mithilfe der mitgelieferten Verwaltungssoftware aktualisieren Sie die Firmware Ihrer SSD.

Gesundheitszustand der SSD ermitteln

Mittels Hersteller-Software können Sie in der Regel auch den aktuellen Zustand Ihrer SSD ermitteln. Auch dieser hat indirekt Einfluss auf die Performance Ihrer Festplatte. Je mehr defekte Speicherbereiche die SSD hat, desto öfter muss ein Schreibvorgang wiederholt werden.

Sie können den Zustand Ihrer Festplatte mittels S.M.A.R.T. (Self-Monitoring, Analysis and Reporting Technology) überprüfen. Diese Daten werten entweder die Anwendungen der Hersteller aus, etwa Samsungs Magician über die Ansicht „Disk Drive“, oder ein speziell dafür entwickeltes Programm.

An dieser Stelle liefert das kostenlose Tool SSDlife (http://bit.ly/1oFulyl) gute Dienste. Sollten Sie über eine dieser Anwendungen einen Zustand angezeigt bekommen, der schlechter als „Gut“ ist, dann sollten Sie den Austausch der Festplatte erwägen, da ansonsten in Zukunft auch größere Datenverluste wahrscheinlich sind, die man vermeiden möchte. *(ah)*

Fazit

SSD-Pflege

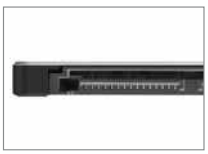
Wer die Lebensdauer seiner SSD erhöhen und gleichzeitig das durchschnittliche Arbeitstempo noch ein klein wenig verbessern möchte, sollte sich ein wenig mit den Eigenheiten der schnellen Flash-Speicher auseinandersetzen und erzielt dann mit ein paar Kniffen gute Ergebnisse. Unsere Tipps sind selbstverständlich auch für PCI-Express-, M.2- und SATA-Express-SSDs gültig. Wer seine Solid State Disk pflegt, wird lange Freude daran haben.

Kleines Upgrade, große Wirkung.

Samsung bietet für jeden PC-Nutzer die passende SSD und ein Rundum-sorglos-Paket, mit dem das Upgrade gelingt.

Ob beim Spielen, beim Arbeiten, beim Surfen oder Videoschauen: Kaum etwas kostet mehr Zeit, Geld und Nerven als ein langsamer PC. Denn sobald der Zahn der Zeit am System nagt, treten Wartezeiten auf. Die Folge sind längere Boot- und Wartezeiten, bis sich Programme öffnen oder Dateien lesen oder schreiben lassen. Ein konkretes Beispiel wäre die Wartezeit für das Laden des nächsten Levels in aktuellen Games. Wer nicht gleich in einen neuen Computer investieren möchte, sondern seinem bewährten PC neues Leben einhauchen will, findet in einer SSD (Solid State Drive) eine einfache und günstige Alternative, die man problemlos selbst installieren kann. Übrigens: auch neue PCs und Notebooks sind deswegen teils langsam, weil sie noch immer auf Festplatten statt auf SSDs basieren.

Im Vergleich zu mechanischen Festplatten sind die SSDs robuster, leiser und verbrauchen weniger Strom. Die Laufwerke basieren auf Flash-Speicherbausteinen, die Halbleiter, also Mikrochips, anstelle von beweglichen Teilen einsetzen. Dies stellt sich insbesondere in Notebooks als Pluspunkt heraus, wo SSDs sogar die Akkulaufzeit verlängern und gegenüber Stößen unempfindlich sind. Zudem reagieren SSDs schneller als Festplatten, können sehr viel mehr Befehle pro Sekunde abarbeiten und liefern eine konstant hohe Performance.



Rechenzentrums-Power im eigenen PC.

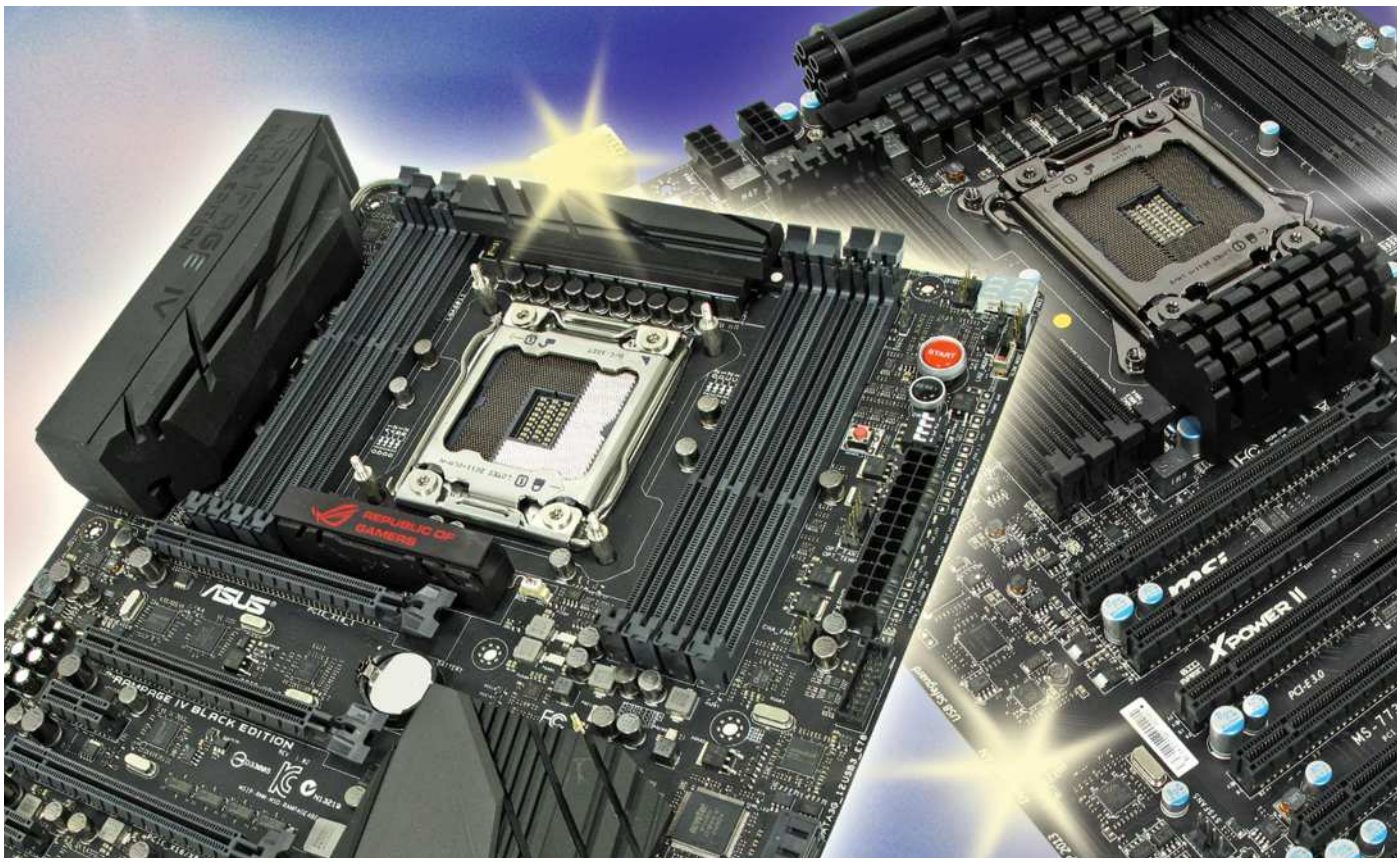
Um alle Anwendungsszenarien abzudecken, bietet Samsung ein umfangreiches SSD-Portfolio an: PC-Nutzern, die einem PC oder Notebook einen Geschwindigkeitsschub verpassen wollen, bietet Samsung mit der SSD 840 EVO ein Hochleistungslaufwerk mit Kapazitäten von 120 GB bis 1 TB. Ultrabooks oder NUC-Systemen verhilft die SSD 840 EVO im mSATA-Formfaktor zu mehr Leistung und Speicherkapazität. Für Profianwender, die an ihre High-end-PCs und Workstations gehobene Ansprüche stellen, hat Samsung jüngst die SSD 850 PRO eingeführt.

Samsung SSD
850 PRO

Die Serie basiert auf der 3D V-NAND Flash-Speichertechnologie und liefert ultraschnelle Übertragungsraten gepaart mit einer außergewöhnlich hohen Ausdauer, die von 10 Jahren Herstellergarantie unterstrichen wird. Auch die SSD 850 PRO gibt es mit bis zu 1 TB Speicherkapazität.

Damit PCs möglichst einfach aufgerüstet werden können, liefert Samsung einzelne Modelle als SSD Upgrade-Kit. Diese beinhalten alles, was Anwender für die Installation benötigen: Einbaurahmen oder Spacer, Schrauben, SATA-Kabel und USB-zu-SATA-Adapter sind in dem Rundum-sorglos-Paket neben einer Installationsanleitung enthalten. Die neue Data Migration Software sowie die Magician Software gibt es für alle Modelle kostenfreien als Download. Mithilfe der Data Migration Software lassen sich komplette Windows-Installationen mit nur wenigen Klicks von der bestehenden Festplatte auf die neue Samsung SSD übertragen. Der SSD-Klon ist identisch mit dem Original, alle vorhandenen Daten werden übernommen und der Anwender kann sofort durchstarten.

SAMSUNG



Leistung optimieren

In Ihrem Spiele-Rechner schlummert unangetastetes Potenzial. Mit den richtigen UEFI-Einstellungen kitzeln Sie noch mehr Performance aus Ihrem Gaming-PC – und das völlig kostenlos.

Mit den sogenannten Werkseinstellungen ist das gesamte Leistungspotenzial eines Rechners oft noch lange nicht ausgeschöpft. Allein durch Optimierungen im UEFI lässt sich noch ein Quäntchen Performance aus dem System kitzeln und die Effizienz erhöhen.

Grundlegendes

Auch wenn Ihr Gaming-PC bereits seit langer Zeit zufriedenstellend läuft, ist es sinnvoll, einmal einen Blick ins UEFI zu werfen und die grundlegendsten Einstellungen zu überprüfen – insbesondere, wenn es sich bei Ihrem PC um ein Komplettsystem handelt. Oftmals ist der Kunde bei Rechnern von Systemintegratoren leider nicht vor schlampigen Systemeinstellungen gefeit. Daher lohnt es sich auf jeden Fall, die eingestellten Optionen im UEFI zu überprüfen. Auf den folgenden Seiten führen wir Sie Schritt für Schritt durch diese wichtige Kommandozentrale Ihres Rechners. Dabei beginnen wir mit den absoluten Grundlagen, die beachtet werden sollten.

Flash-Speicher optimieren

Aufpassen sollten Sie beispielsweise beim Einrichten Ihres Massenspeichers, insbesondere bei den schnellen Solid State Disks. Doch nicht nur der schnelle Flash-Speicher profitiert von den richtigen Einstellungen, auch klassische Magnetfestplatten bekommen einen kleinen Geschwindigkeitsboost. In unserer Bilderstrecke zeigen wir Ihnen, auf welche Einstellungen Sie besonders achten müssen.

Übertakte mich!

Anschließend gehen wir detailliert auf die einzelnen Übertaktungsfunktionen ein. Mit solchen fortgeschrittenen Optionen lassen sich oft noch einige Prozent mehr Leistung aus dem Prozessor kitzeln, manchmal gar im zweistelligen Bereich! Eine entsprechend hochwertige Kühlung ist allerdings Voraussetzung für erfolgreiche Übertaktungsversuche. Mit einfachen Boxed-Lüftern, wie sie den Prozessoren beiliegen, ist das Potenzial meist stark begrenzt. Besser ist es, hier auf Turmkühler wie den Scythe Mugen 4 oder auch den Noctua NH-D15 auszuweichen.

Noch bessere Übertaktungsergebnisse lassen sich mit einer Wasserkühlung erreichen. Bequeme Naturen greifen zu einem All-in-One-System wie dem EKL Alpenföhn Wasser, Individualisten setzen auf eine modulare Wasserkühlung. Wie sie eine solche zusammenstellen, lesen Sie im ausführlichen Artikel ab Seite 48 in diesem Sonderheft.

Systemgesundheit überwachen

Außerdem zeigen wir Ihnen, wie Sie den „Hardware Monitor“, der sich in jedem UEFI findet, nutzen, um die Temperaturen und die Lautstärke Ihres Spiele-PCs zu optimieren. Wir haben die Arbeiten beispielhaft mit einem UEFI von MSI durchgeführt. Die angesprochenen Funktionen heißen jedoch bei allen Herstellern ähnlich, daher sind die Informationen übertragbar. *(tl)*

Erste UEFI-Schritte

Bevor wir uns an den eigentlichen Tuning-Prozess wagen, optimieren wir die grundlegenden UEFI-Einstellungen. Sind alle Vorbereitungen getroffen, steigen wir auf den folgenden Seiten tiefer in die zentrale Schaltzentrale des Systems ein.

Optimized Defaults

Als Allererstes laden wir die vom Hersteller vorgesehenen „Optimaleinstellungen". Bei MSI gelingt dies per „F6". Bestätigen Sie den Dialog und speichern Sie ab.

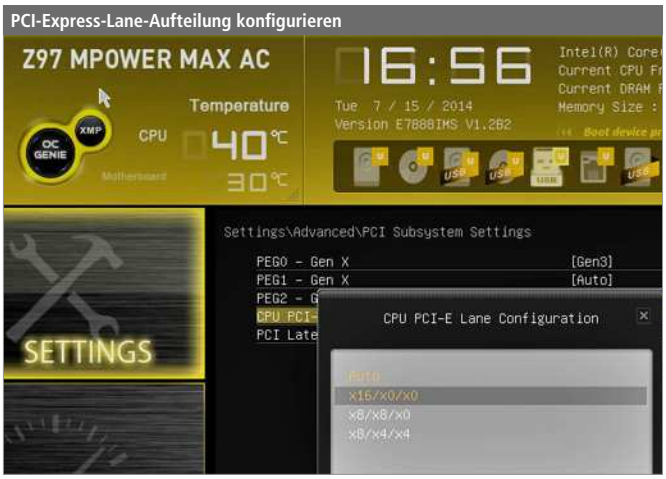
Systemzeit einstellen

Es klingt banal, sollte aber dennoch gemacht werden, denn so lassen sich eventuelle Konflikte aufgrund falscher Datumsstempel vermeiden: die Systemuhr stellen.

Grafikeinstellungen überprüfen

Stellen Sie nun im Menü „PCI Subsystem" sicher, dass Ihre primäre Grafikkarte auch wirklich im PCI-Express-3.0-Modus läuft. Wählen Sie dazu die Option „Gen3".

PCI-Express-Lane-Aufteilung konfigurieren

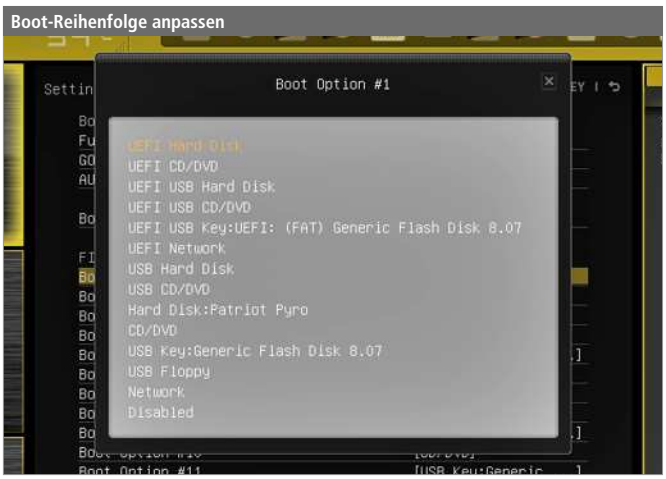


Stellen Sie sicher, dass die Grafikkarte mit vollen 16 Lanes angebunden wird. Besitzen Sie mehrere GPUs, passen Sie die Optionen entsprechend an.

PCI-Express-Lane-Aufteilung überprüfen

Mithilfe des kostenlosen Tools „GPU-Z" von Techpowerup stellen Sie sicher, dass die Grafikkarte auch wirklich mit 16 Lanes läuft. Unser Bild zeigt, wie.

Boot-Reihenfolge anpassen

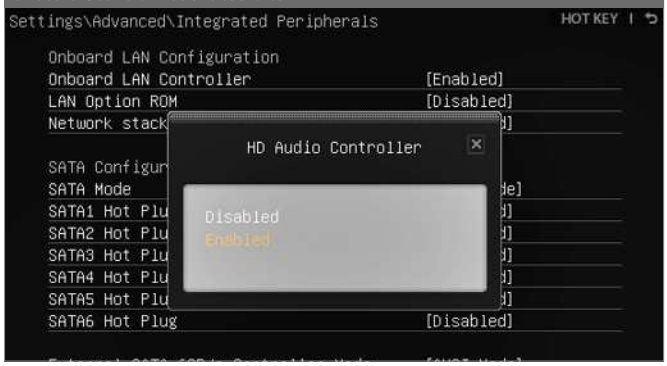


Legen Sie nun die korrekte Boot-Reihenfolge Ihrer Laufwerke fest. Deaktivieren Sie dabei ungewollte Einträge, beispielsweise das DVD-Laufwerk oder USB-Sticks.

Systemkomponenten konfigurieren

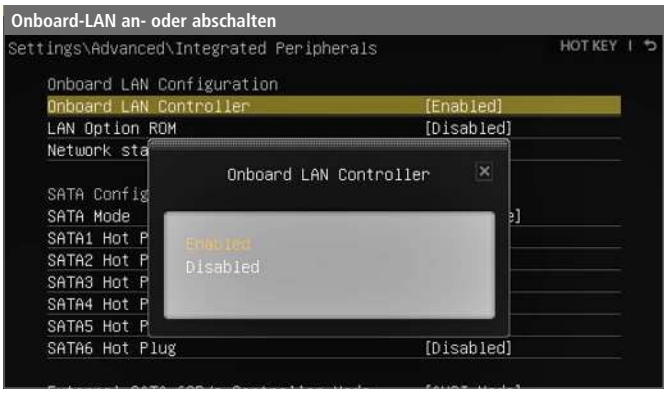
Auf modernen Mainboards finden sich zahlreiche Geräte, beispielsweise Ethernet-Adapter, Bluetooth-Module oder Soundkarten. Oftmals werden nicht alle dieser Komponenten benötigt. Stellen Sie daher sicher, dass nur wichtige Geräte aktiviert sind.

Onboard-Sound an- oder abschalten



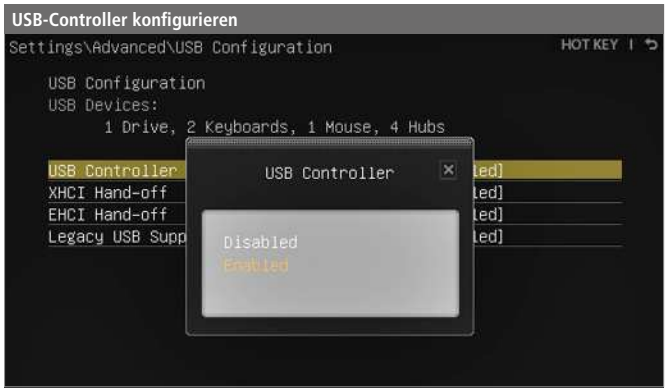
Wenn Sie die Onboard-Soundkarte verwenden möchten, müssen Sie diese Option aktivieren. Falls Sie eine separate Lösung nutzen, deaktivieren Sie den Chip.

Onboard-LAN an- oder abschalten



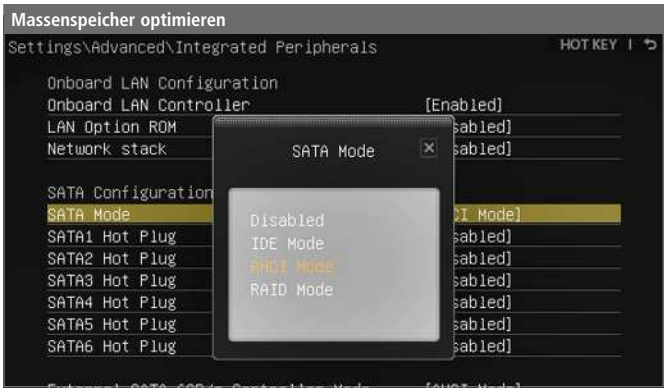
Gleiches gilt natürlich auch für den integrierten Ethernet-Chip. Sollten Sie eine individuelle Netzwerk-Lösung verwenden, gilt: Onboard-LAN aus.

USB-Controller konfigurieren



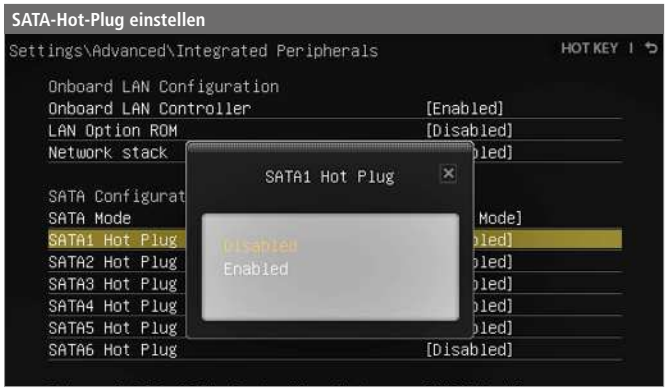
Der Onboard-USB-Controller sollte in den allermeisten Fällen angeschaltet sein. Stellen Sie zudem sicher, dass der schnelle USB-3.0-Modus aktiviert ist.

Massenspeicher optimieren



Besonders für schnelle Solid State Disks ist es essenziell, dass der AHCI-Modus aktiviert ist, ansonsten haben Sie mit einem Performanceverlust zu rechnen.

SATA-Hot-Plug einstellen



Der Großteil der Spieler darf diese Funktion abschalten: Hot-Plug kommt aus dem Serverbereich und erlaubt es, Laufwerke im Betrieb auszuwechseln.

Wake-up-Events festlegen

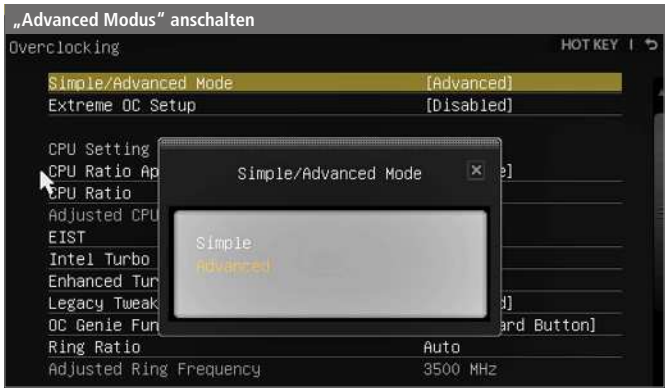
Zum Energiesparen ist es sinnvoll, den PC möglichst oft in den Ruhezustand zu versetzen. Hier legen Sie fest, wodurch der Rechner aufgeweckt werden darf.

msi
G.A.M.E. Spirit
GAMING APP
MILITARY CLASS 4

CPU übertakten: Der Einstieg

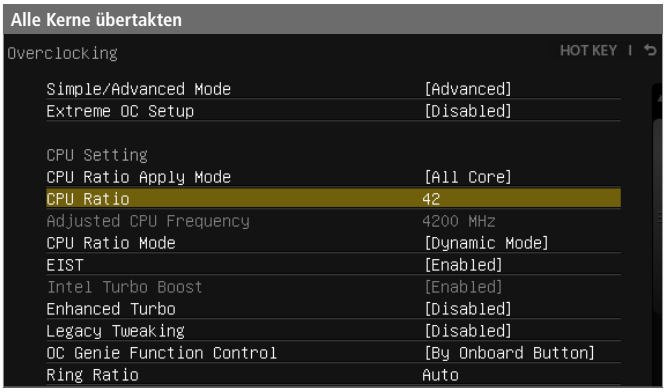
Kostenlos mehr Leistung aus dem System kitzeln klappt am einfachsten durch das Übertakten des Hauptprozessors. Wir zeigen Ihnen beispielhaft, auf welche Schritte Sie beim Overclocking besonders achten müssen, um Erfolge zu erzielen.

„Advanced Modus" anschalten



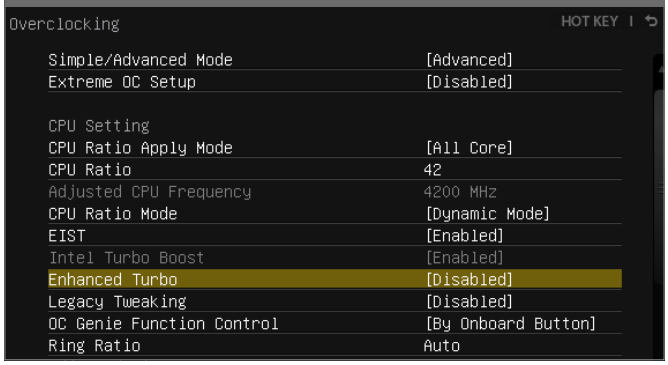
Viele Hersteller verstecken ihre Übertaktungsfunktionen in einem sogenannten „Advanced Mode". Aktivieren Sie diesen daher zunächst.

Alle Kerne übertakten



Am einfachsten ist es, alle Kerne gleichzeitig zu übertakten. Einfach die gewünschte Taktrate festlegen und fertig. Achtung: Taktraten langsam steigern!

Turbo-Funktion deaktivieren

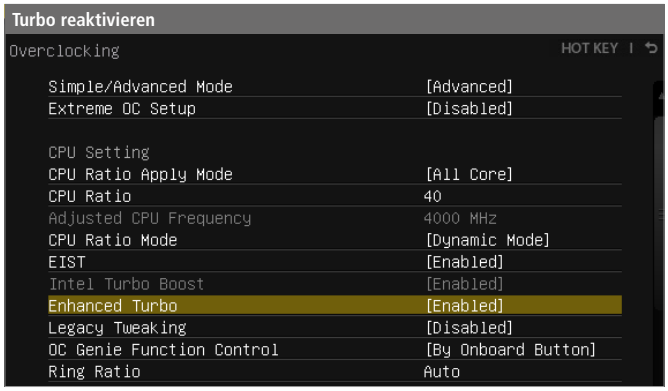


Intel-CPUs der Core-Reihe besitzen häufig eine Turbofunktion. Zum Einstieg sollten Sie diese beim Übertakten abschalten, um die Arbeit zu vereinfachen.

Einstellungen testen und prüfen

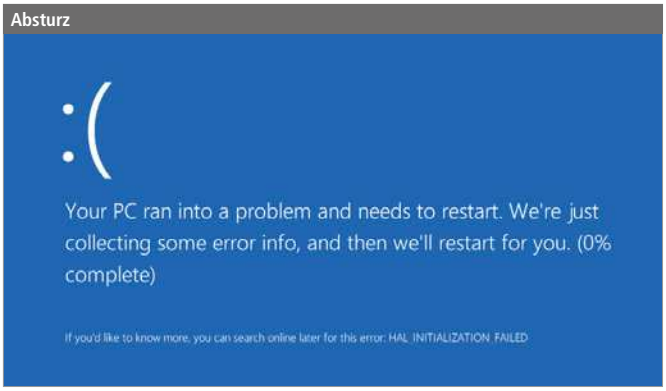
In unserem Beispiel haben wir den Takt auf 4,2 GHz erhöht. Nun testen wir den Takt mit „CPU-Z" und die Systemstabilität mit „Core Damage".

Turbo reaktivieren



Wenn der PC mit erhöhter Taktrate stabil läuft, kann der Turbo reaktiviert werden. Dann erhöht das System die Frequenz im Bedarfsfall automatisch.

Absturz

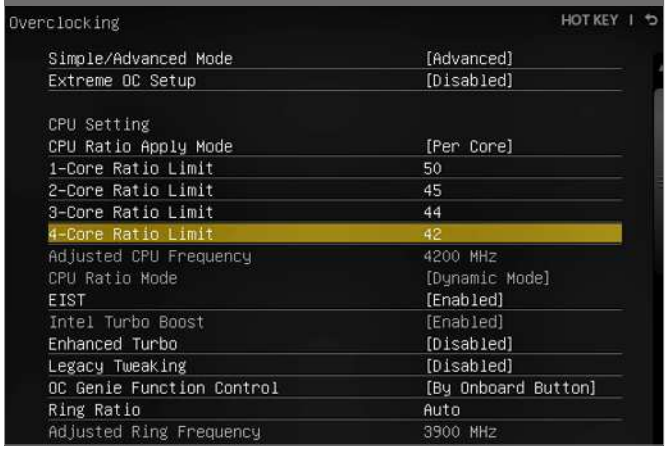


Sollte das System nun abstürzen, kann es sein, dass der Turbo-Takt zu hoch liegt. Reduzieren Sie die Basistaktrate wieder ein wenig.

Einzelne Kerne übertakten

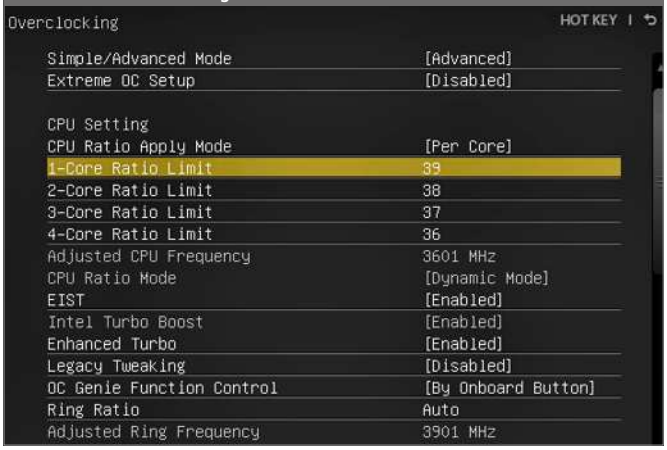
Um möglichst nah an das maximale Leistungspotenzial Ihres Rechners zu kommen, sollten Sie am besten jeden Kern einzeln übertakten. Dafür ist aber etwas Fingerspitzengefühl nötig. Wir zeigen, worauf Sie achten müssen.

Nicht zu viel wollen …



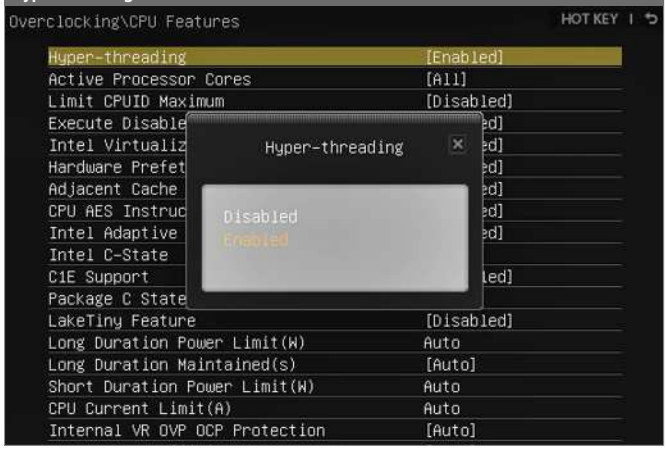
Wie immer beim Übertakten ist Vorsicht angesagt: Bei einem regulären Takt von 3,5 Gigahertz ist ein Ziel von 5,0 Gigahertz doch sehr gewagt für den Anfang.

… aber auch nicht zu wenig.



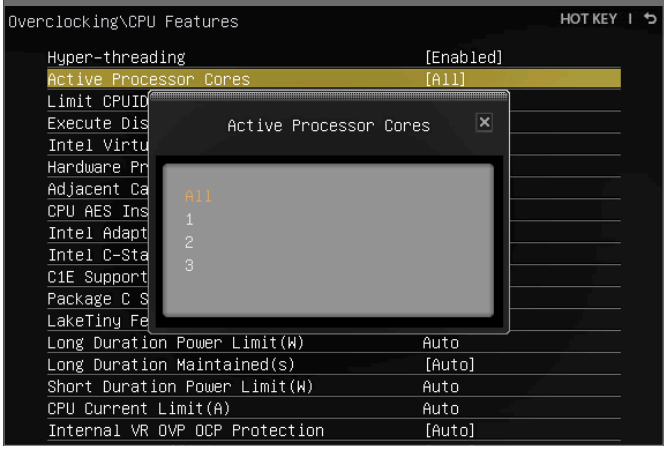
Untertreibung ergibt aber auch keinen Sinn: Ein 100-Megahertz-Plus ist sehr niedrig gegriffen. Mit 200 mehr können Sie guten Gewissens beginnen.

Hyperthreading anschalten



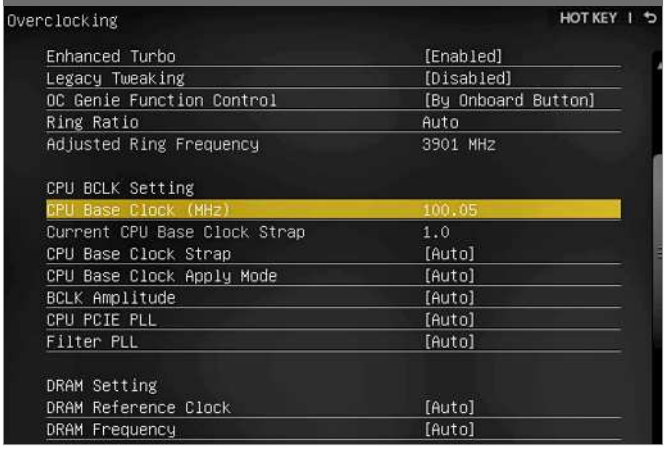
Sollte Ihr Intel-Prozessor über Hyperthreading verfügen, stellen Sie sicher, dass die Option auch wirklich angeschaltet ist.

Alle Kerne aktivieren



Zusätzlich sollten Sie prüfen, ob auch wirklich alle Kerne aktiviert sind. Manchmal kann es sein, dass das UEFI die CPU falsch erkennt.

Basistakt erhöhen



Falls Ihre CPU über keinen freien Multiplikator verfügt, können Sie mithilfe des „Base Clock" übertakten. Das Potenzial ist aber oft begrenzt.

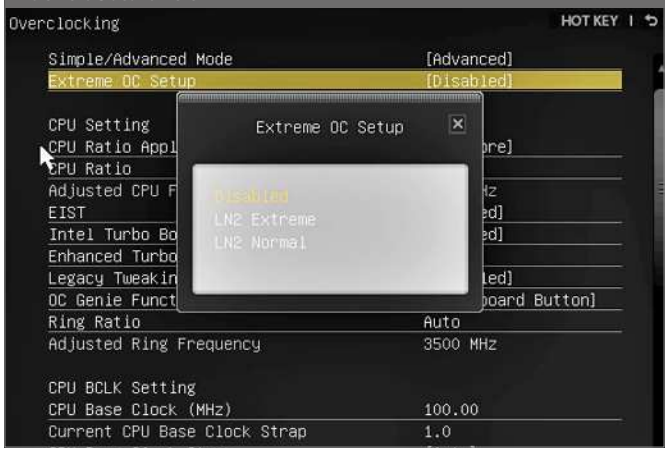
Lüftersteuerung anpassen

Achten Sie beim Übertakten stets auf die Temperaturen und passen Sie die Lüfterdrehzahlen entsprechend an. So bleibt die CPU stets ausreichend kühl.

Noch mehr rausholen mit erhöhter Spannung

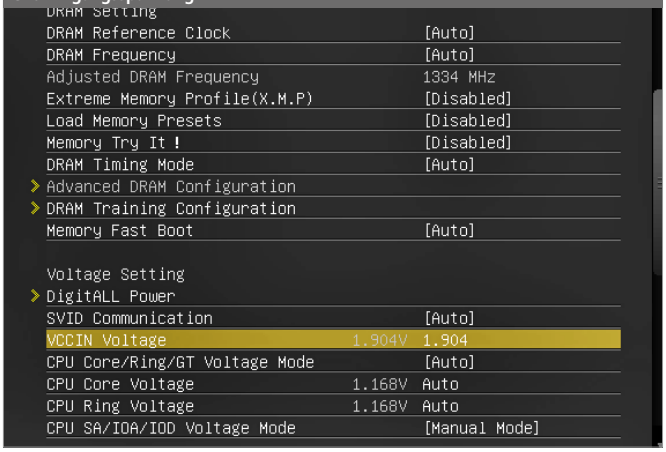
Wer noch mehr Performance aus seinem Spiele-Rechner holen möchte, der kann die anliegenden Spannungen erhöhen. Dadurch erhöht sich oftmals das Übertaktungspotenzial, allerdings steigt auch das Risiko, die eigene Hardware zu beschädigen.

Extreme-OC deaktivieren



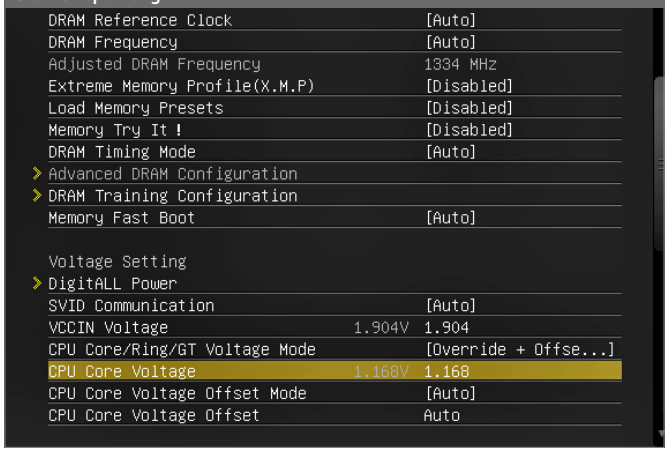
Manche Boards, etwa unser MSI Z97 Mpower Max AC, bieten spezielle Optionen für das Übertakten mit Flüssigstickstoff. Deaktivieren Sie diese zum Systemschutz.

CPU-Eingangsspannung



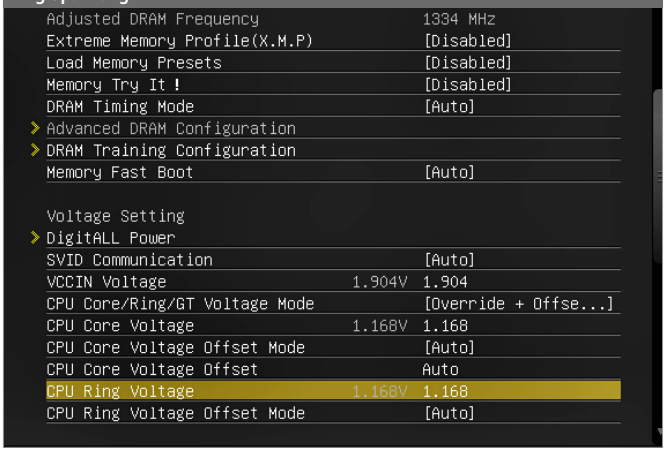
Die CPU-Eingangsspannung wird auch als „VCCIN" oder auch „VRIN" bezeichnet. Dieser Wert sollte etwa 0,5 V über der Kernspannung liegen.

CPU-Kernspannung



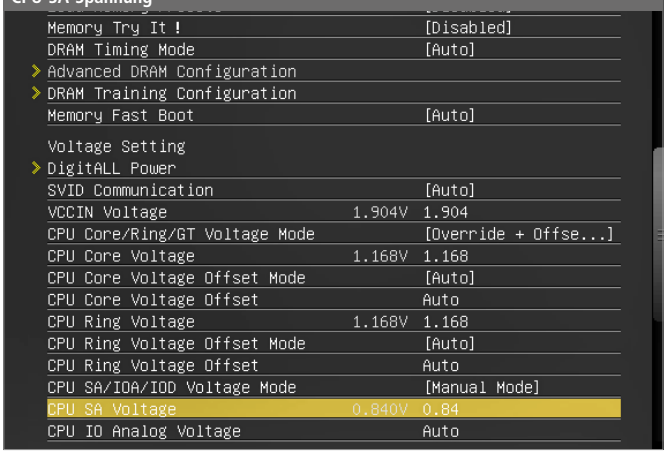
Eine der wichtigsten Spannungen beim Übertakten ist die CPU-Kernspannung. Bei Instabilitäten lohnt es sich, hier leichte Steigerungen zu testen.

Ring-Spannung



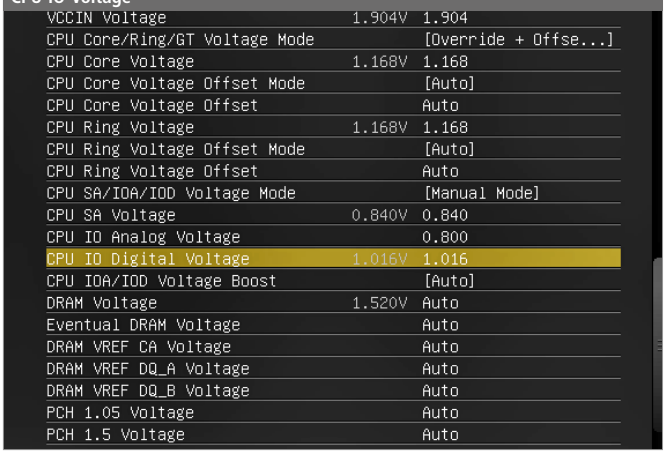
Die Ring-Spannung ist nur bei Haswell-Prozessoren interessant und wird zusammen mit der Kernspannung angepasst.

CPU-SA-Spannung

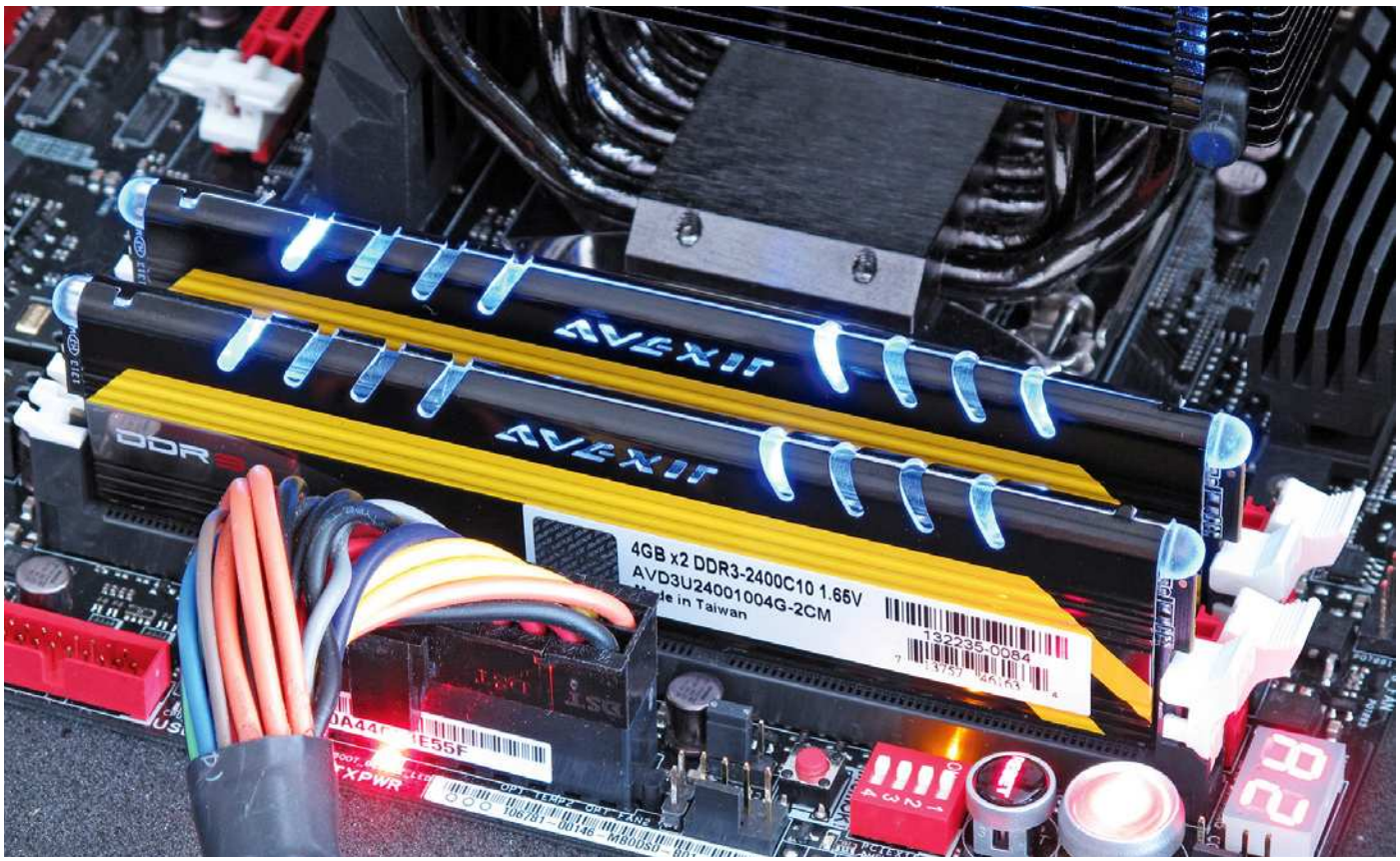


Die CPU-SA-Spannung ist wichtig, falls Sie die integrierte Grafikeinheit nutzen möchten. Mit diesem Punkt passen Sie deren Spannung an.

CPU-IO-Voltage



Diesen Punkt können Sie in den allermeisten Fällen unangetastet lassen. Erhöhen Sie ihn bei Instabilitäten nach der Kernspannung vorsichtig.



Timings verschärfen

Nicht nur der Prozessor und die Grafikkarte lassen sich hervorragend übertakten, auch beim Arbeitsspeicher findet sich oft Spielraum nach oben. Wir zeigen Ihnen, wie RAM-OC gelingt.

Dass sich CPUs und Pixelbeschleuniger übertakten lassen, ist vielen PC-Spielern wohl bewusst. Ebenso die Tatsache, dass man Arbeitsspeicher noch etwas ausreizen kann. Dennoch wird der RAM beim Overclocking manchmal etwas stiefmütterlich behandelt. Dabei lassen sich durchaus einige Bilder pro Sekunde zusätzlich aus dem Lieblingsspiel quetschen.

Richtig erkannt

Viele Anwender bauen ihren RAM einfach ein, ohne zu prüfen, ob der Arbeitsspeicher überhaupt richtig erkannt wurde. Ein Blick ins UEFI sollte nach jeder Hardware-Installation jedoch der erste Schritt sein. Oft finden sich hier bereits Hinweise, ob eine Komponente richtig funktioniert und auch ihr volles Potenzial ausnutzt. Gerade beim Speicher kann es sein, dass die Taktraten und die Haupttiming standardmäßig zu niedrig angesetzt sind. Insbesondere der Speicherteiler wird oft falsch erkannt.

Welchen Speichertyp Sie besitzen, können Sie direkt auf dem Modul ablesen. Dort finden sich Bezeichnungen wie „DDR3-1.600“ oder „DDR3-2.133“. Bei den genannten Beispielen handelt es sich um DDR3-RAM, der jeweils mit 800 beziehungsweise 1.066 Megahertz taktet. Die tatsächlichen Taktzahlen werden bei der Benennung verdoppelt, daraus ergeben sich die Werte 1.600 und 2.133.

Übrigens: Nur weil ein RAM-Riegel höher taktet als ein anderes Modell, muss dieser nicht zwangsläufig immer schneller sein. Mehr dazu lesen Sie im Artikel „RAM aufrüsten“ ab Seite 36 in diesem Sonderheft.

XMP und AMP

Sowohl Intel als auch AMD haben spezielle Speicherprofile vorgesehen, die besonders gut auf die jeweiligen CPUs oder APUs abgestimmt sein sollen. Aus diesem Grund unterstützen viele aktuelle Speicherkits ein solches Profil.

Intel nennt diese Technik „XMP“, das steht für „Intel Extreme Memory Profile“. Dieses lässt sich bei den RAM-Einstellungen im UEFI auswählen, solange der Speicher dazu kompatibel ist. Nach einem Neustart werden die optimierten Taktraten und Timings, die im Profil gespeichert sind, automatisch angelegt und verwendet. Das macht Speicheroptimierung einfach.

Auch AMD besitzt solche Profile, die auf den Namen „AMP“ – „AMD Advanced Memory Profile“ – hören. Speicherriegel, die mit dieser Technik kompatibel sind, finden sich aktuell aber nur sehr selten auf dem Markt. Letztlich stehen nur die von AMD selbst vetriebenen Radeon-Modelle zur Auswahl oder aber einzelne Module vom Hersteller Patriot, der früher für AMD den Speicher gefertigt hat.

Mit unseren Tuning-Tipps können auch AMD-Nutzer ganz leicht das volle Potenzial ihrer RAM-Riegel ausschöpfen. Wie immer geschehen alle Arbeiten auf eigene Gefahr. *(tl)*

Arbeitsspeicher richtig konfigurieren

Viele Nutzer machen meist einen weiten Bogen um die umfangreichen Arbeitsspeichereinstellungen im UEFI. Aber auch im RAM steckt oft noch einiges an Tuning-Potenzial, was den wenigsten Nutzern bekannt ist. Eine stark übertaktete CPU profitiert teils deutlich von schnellerem Arbeitsspeicher. Aber auch ohne Übertaktung lohnt ein Blick ins UEFI, denn der Arbeitsspeicher wird nicht immer automatisch richtig konfiguriert.

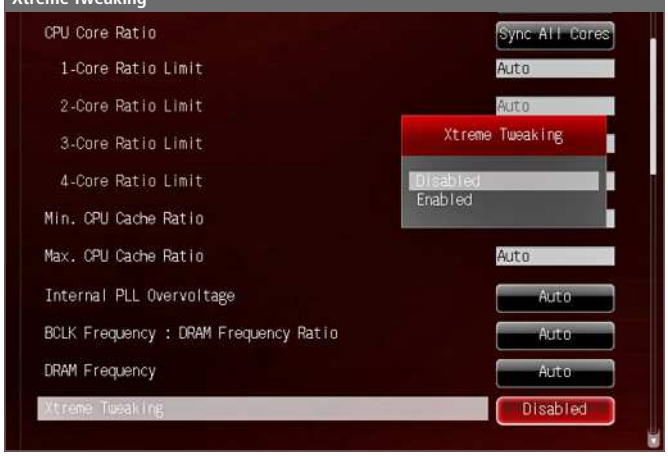
Arbeitsspeicherfrequenz

Als Erstes sollten Sie die Frequenz des Arbeitsspeichers manuell auf den korrekten Wert einstellen, welcher vom Modulhersteller angegeben wird.

Command Rate

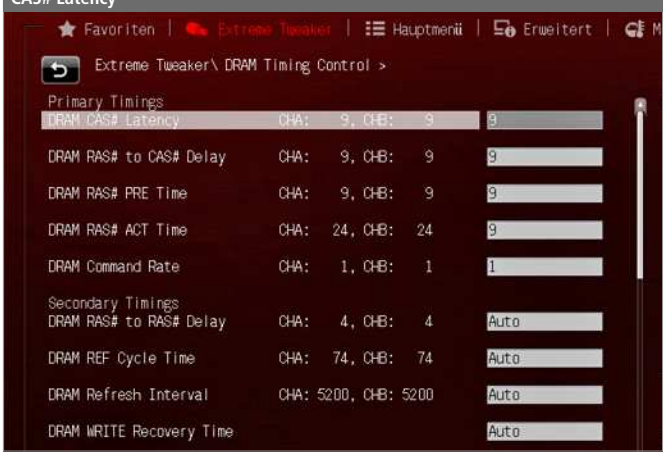
Im zweiten Schritt müssen die einzelnen Timings, beginnend mit der „Command Rate", auf die vorgegebenen Werte eingestellt werden.

Xtreme Tweaking



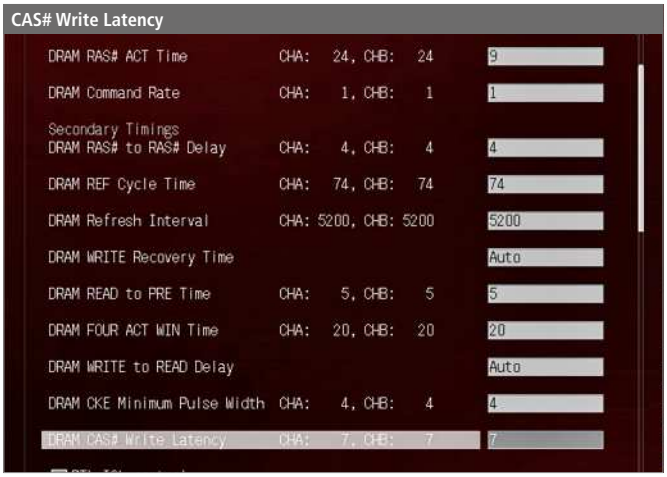
Die „Xtreme Tweaking"-Funktion ist nur für Benchmarker interessant, da hier im 3D-Mark 2001 etwas höhere Werte erreicht werden.

CAS# Latency



Bei der „CAS Latency" gilt: je niedriger, desto besser. Auch hier wird manuell der Wert eingegeben, der auf den einzelnen RAM-Riegeln abgedruckt ist.

CAS# Write Latency



Nun wird die „CAS Write Latency" auf den korrekten Wert eingestellt. Übertakter sollten beim Kauf neben der Frequenz auf möglichst niedrige Latenzen achten.

RTL Initial Value

Von der RTL-IO-Control können Sie für den 24/7-Betrieb die Finger lassen. Diese Optionen sind nur auf der Jagd nach Benchrekorden von Bedeutung.

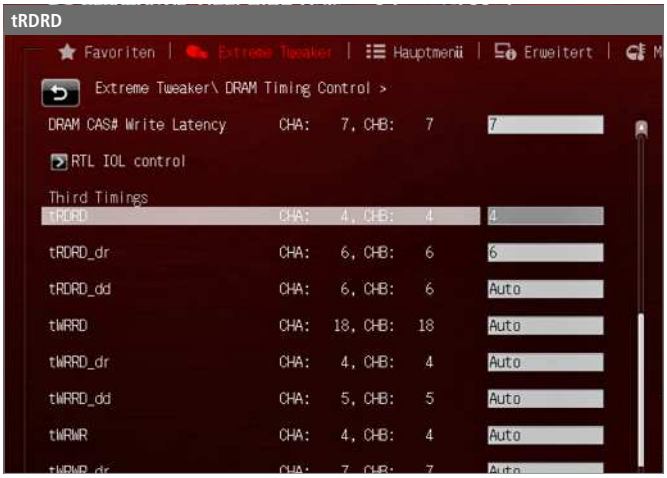
Weitere Features

Wie Sie vielleicht bereits festgestellt haben, gibt es im Speichermenü noch sehr viele andere Features. Wir bringen nun Licht ins Dunkel und erklären Ihnen im Folgenden weitere Funktionen, die das Motherboard dem Nutzer zur Verfügung stellt. Viele Anwender wissen oft nicht um den großen Feature-Umfang der Boards und die mögliche Performance-Steigerung.

Dec_WRD

Bei Geschwindigkeiten unter DDR3-1600 kann die Funktion „Dec_WRD" eine Steigerung der Performance bewirken. Für die meisten Nutzer ist „Auto" ausreichend.

tRDRD



„tRDRD" bezeichet die Verzögerung zwischen Schreib- und Lesevorgängen des Arbeitsspeichers, diese wird in dem gezeigten Feld eingestellt.

Eventual DRAM Voltage

Unter „Eventual Voltage" kann der Nutzer die Spannung der Riegel einstellen, die vor dem Start des Betriebssystems noch einmal angelegt wird.

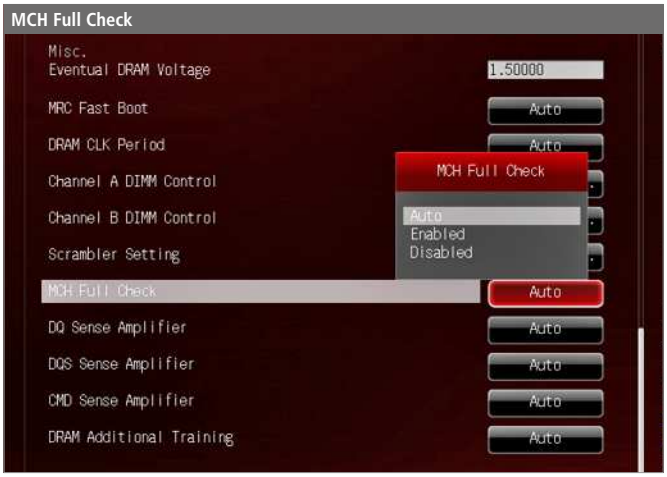
MRC Fast Boot

Dieses Feature ist nur für Übertakter mit Flüssigstickstoff interessant. Wenn „MRC Fast Boot" aktiviert ist, startet die CPU auch mit einem „Cold-Bug".

DIMM Control

Bei der „DIMM Control" kann der Nutzer einzelne Arbeitsspeichermodule oder ganze Bänke deaktivieren, ohne diese umständlich ausbauen zu müssen.

MCH Full Check

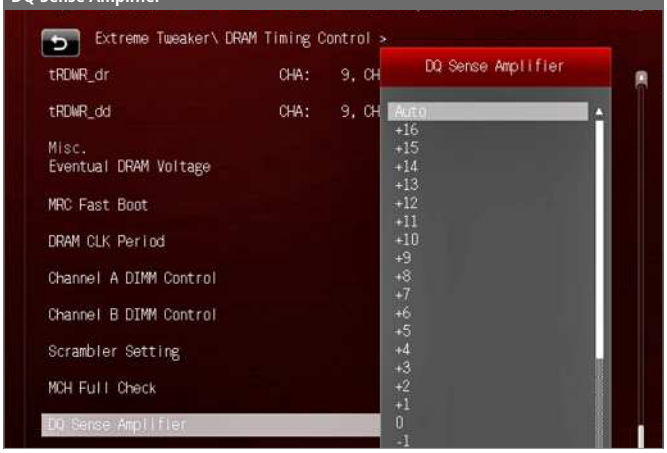


Hier wird der Check des Memory-Controller-Hubs beim Starten aktiviert oder deaktiviert. Dies kann die Übertaktbarkeit verbessern, reduziert aber die Stabilität.

Spannung anheben

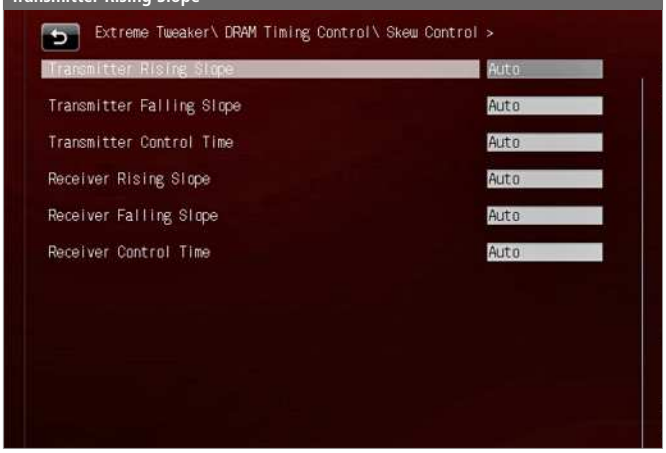
RAM-Übertakter müssen gegebenenfalls die Spannung erhöhen, um stabile Frequenzen zu erreichen. Aber Achtung, hier muss besonders vorsichtig vorgegangen werden, da eine zu hohe Spannung – wie bei der CPU – den Arbeitsspeicher beschädigen und sogar zerstören kann! Es gibt aber noch weitere Funktionen, die dazu beitragen, die Übertaktbarkeit und die Stabilität des Arbeitsspeichers zu verbessern.

DQ Sense Amplifier



Die Funktion „DQ Sense Amplifier" sorgt für höhere Stabilität bei sehr hohen Speicherspannungen. „Auto" ist für die meisten Nutzer aber vollkommen ausreichend.

Transmitter Rising Slope

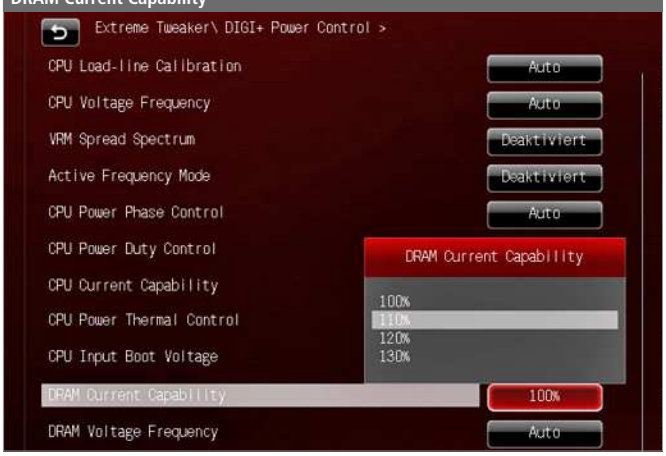


Die „Transmitter Rising Slope" ist hauptsächlich für Benchmarker interessant. Sollte Ihr Speicher instabil laufen, kann ein Blick dennoch lohnen.

GPU-DIMM Post

Mit „GPU-DIMM Post" kann zur Fehlerdiagnose genau überprüft werden, welche RAM-Module und welche PCIe-Geräte vom Mainboard korrekt erkannt werden.

DRAM Current Capability



„DRAM Current Capability" kommt bei Geschwindigkeiten über DDR3-1600 zum Einsatz und erhöht das OCP-Limit.

DRAM Voltage Frequency

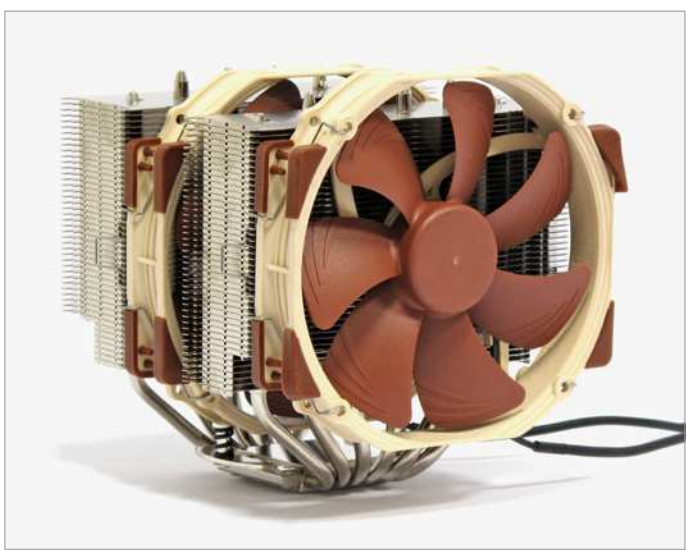
Unter „Voltage Frequency" wird die Schaltfrequenz des Arbeitsspeichers eingestellt. Eine Erhöhung des Wertes vergrößert den Übertaktungsbereich.

DRAM Voltage

Hier wird die Spannung des Arbeitsspeichers eingestellt. Übertakter heben den Wert den Einstellungen entsprechend an. Es gilt aber, Vorsicht walten zu lassen.

Die größten OC-Fehler

Oftmals bieten Prozessor, Grafikkarte und Arbeitsspeicher größere Leistungsreserven, als vom Hersteller spezifiziert werden. Wir zeigen, welche Fehler beim Übertakten nicht passieren dürfen.



Beim Übertakten ist gute Kühlung Pflicht! Mit den Boxed-Lüftern sollten Sie keine Experimente wagen. Turmkühler wie der Noctua NH-D15 sind besser geeignet.

Kostenlos mehr Leistung! Wer könnte diese Offerte wohl abschlagen? Und tatsächlich: Vielen Hardware-Komponenten lässt sich mehr Leistung entlocken, als nominell beziffert wird. Wie groß das unangetastete Performance-Potenzial allerdings ist, hängt stark von der individuellen Komponente ab und lässt sich nicht pauschal beschreiben.

Zwo, eins, Risiko!

Bei Übertaktungsversuchen ist stets erhöhte Vorsicht geboten, schließlich wird die Hardware mit Werten jenseits der vom Hersteller vorgesehenen Parameter betrieben. Daher kann PC Games Hardware keine Verantwortung bei gescheiterten Versuchen übernehmen, die eventuell sogar die vorhandene Hardware beschädigt haben. Alle Arbeiten geschehen also stets auf eigene Gefahr!

Gefahrenminderung

Dieser Artikel zeigt Ihnen die zehn häufigsten Fehler beim Übertakten auf und hilft somit, die gröbsten Stolpersteine zu vermeiden. Zudem geben wir Ihnen hiermit ein solides Grundwissen rund ums Übertakten mit an die Hand.

Weitergehende Informationen rund ums Thema lesen Sie in den folgenden Kapiteln dieses Sonderhefts. Dort gehen wir gezielt auf Tipps und Tricks beim Overclocking der verschiedenen Bauteile wie Prozessor, Grafikkarte und Arbeitsspeicher ein.

Sollten Sie Gefallen am Übertakten gefunden haben oder aber auf der Suche nach zusätzlichen Informationen sein, legen wir Ihnen ans Herz, einmal unser Forum unter www.pcgh.de/forum zu besuchen. Dort finden Sie viele Gleichgesinnte, mit denen Sie Ihre Erfahrungen austauschen können. Auch die Fachredakteure der PC Games Hardware sind dort regelmäßig zu Gast und helfen gerne weiter. Kommen wir nun aber zu den häufigsten Fehlern.

Kerntakt ist nicht alles

Viele Einsteiger machen den Fehler, beim Übertakten nur an die reine CPU-Geschwindigkeit zu denken. Bei modernen Systemen spielen aber viele Faktoren eine Rolle, so dürfen Sie auch den Speichertakt und die Ringfrequenz nicht vernachlässigen. Diese Parameter haben maßgeblichen Einfluss auf den Erfolg Ihrer Übertaktungsversuche und auf die Stabilität Ihres Systems. Vergessen Sie beim Übertakten moderner Prozessoren also nicht, dass mehr Frequenzen außer dem Kerntakt angehoben werden können.

Alles auf einmal

Ein weiterer großer Fehler, der gerne von ungeduldigen Neulingen gemacht wird: mehrere Frequenzen und Komponenten gleichzeitig anheben. Das hat gleich mehrere Nachteile: Zum einen ist es bei Problemen kaum möglich zu identifizieren, welches Bauteil den Fehler verursacht. Zudem ist es auf diese Weise kaum möglich, wirklich das Maximum aus dem System herauszukitzeln. Die Wahrscheinlichkeit, bei allen Komponenten gleichzeitig die maximale Taktrate zu erreichen, ist äußerst gering. Daher empfehlen wir Ihnen, die maximale Performance von CPU, RAM, Grafikkarte und Co. einzeln auszuloten. Nur so erreichen Sie die besten Ergebnisse. Kurzum: Lassen Sie sich Zeit beim Übertakten und gehen Sie Schritt für Schritt vor.

Keine Reserven

Sie haben sich Zeit gelassen und nunmehr für jede einzelne Komponente die maximale Taktrate ausgelotet, dennoch will das System in der Kombination nicht laufen oder stürzt häufiger ab? Dann haben Sie

den Fehler begangen, keine Reserven einzuplanen. Die Hardware in Ihrem PC beeinflusst sich gegenseitig, weshalb nur in den seltensten Fällen alle Bauteile gleichzeitig an Ihrem jeweiligen Limit laufen werden.

Reduzieren Sie die jeweiligen Frequenzen ein wenig und schon wird Ihr Rechner wesentlich stabiler laufen. Aber keine Sorge: Der Temposchub bleibt erhalten, die letzten Megahertz machen sich üblicherweise nur in Benchmarks bemerkbar, in Spielen ist der Unterschied meist nicht zu spüren.

Unterdimensioniertes Netzteil und CPU-Kühler

Nicht jedes Netzteil und jeder CPU-Kühler sind für Übertaktungsversuche geeignet. Die von AMD und Intel mitgelieferten Boxed-Lüfter beispielsweise sind nicht für Overclocking gemacht und sollen nur den sicheren Betrieb unter Herstellervorgaben sicherstellen. Hebt man mit einem solchen Modell die Taktraten und die Spannungen an, erreicht der Prozessor häufig zu hohe Temperaturen und drosselt automatisch die Geschwindigkeit, was letztlich sogar zu einem Leistungsverlust führt. Im schlimmsten Fall schaltet die CPU sogar komplett ab. Besser ist es daher, auf ausreichend dimensionierte Luftkühler, etwa einen Scythe Mugen 4, oder eine Kompaktwasserkühlung zu setzen. Diese leiten die entstehende Wäre wesentlich effizienter ab und erlauben damit einen größeren Spielraum beim Übertakten.

Auch beim Netzteil sollten gewisse Reserven eingeplant werden. Durch Spannungs- und Taktsteigerungen erhöht sich der Stromhunger der Komponenten auf nicht unerhebliche Weise. Daher kann es passieren, dass das Netzteil welches unter Standardbedingungen unauffällig seinen Dienst verrichtet, mit den neuen Einstellungen überfordert ist. Hier hilft der Austausch gegen ein stärkeres Modell.

Zu hohe Erwartungen

Bevor Sie mit dem Übertakten loslegen, sollten Sie sich keine zu hohen Ziele stecken, etwa: „Unter 5,5 GHz geht gar nichts!“ Das Übertaktungspotenzial der einzelnen Komponenten ist sehr individuell. Sich zu hohe Ziele zu setzen, kann daher schnell zu Frust führen. Gehen Sie besser ergebnisoffen in Ihr Projekt und loten Sie Stück für Stück aus, wie weit Sie Ihr System treiben können. So vermeiden Sie Enttäuschungen aufgrund nicht erreichter Ziele.

Zu viel Spannung

Vorsicht ist geboten bei Spannungserhöhungen, denn das beudeutet in jedem Fall eine gesteigerte Leistungsaufnahme und eine höhere Abwärme. Auch die Lebensdauer der Komponenten verkürzt sich dadurch möglicherweise. Diese negativen Effekte versucht man logischerweise zu vermeiden. Daher sollten Sie zunächst versuchen, die maximale Taktfrequenz mit Standardspannung auszuloten.

Erst anschließend kann es sich lohnen, die Stromzufuhr zu erhöhen. Achten Sie dabei unbedingt darauf, ob Ihre Hardware positiv auf die Änderungen reagiert. Manche CPUs beispielsweise erreichen trotz drastisch angehobener Spannungswerte nur wenig mehr Takt als ohne. Dann sollten Sie überlegen, ob die gewonnene Performance diese Maßnahme rechtfertigt.

Aufgepasst beim Turbo-Modus

Viele moderne CPUs besitzen einen sogenannten Turbotakt. Dabei werden je nach Auslastung des Prozessors die einzelnen Kerne unterschiedlich stark übertaktet. Das bedeutet konkret: Ist nur ein Kern ausgelastet, läuft dieser mit höherem Takt, als wenn alle Kerne belastet werden. Daher müssen Sie beim Stabilitätstest darauf achten, nicht stets alle Kerne unter Volllast laufen zu lassen. Testen Sie die Stabilität auch mit nur einem oder zwei ausgelasteten Kernen. Alternativ deaktivieren Sie den Turbomodus im UEFI.

Stabilität richtig testen

Viele Neulinge vergessen beim Übertakten häufig, mehrere Stabilitätstests durchzuführen. So ist es nicht sinnvoll, lediglich ein Tool oder einen Benchmark zu verwenden, um zu prüfen, wie stabil der Rechner nach der Übertaktung läuft. Wir empfehlen Ihnen, verschiedene Anwendungen auszuprobieren. Bewährt hat sich unter anderem das kostenlose Tool Prime95, mit dem Sie sowohl RAM als auch CPU gezielt belasten können. Zusätzlich sollten Sie aber auch reale Anwendungsbereiche verwenden, sprich: Nutzen Sie Ihren Rechner wie sonst auch!

Satte 5,4 Gigahertz dürfen Sie mit einer Luftkühlung natürlich nicht erwarten, in diesem Fall haben wir unsere CPU mit Flüssigstickstoff übertaktet.

Spielen Sie Ihre Lieblingsspiele, schneiden Sie Videos, bearbeiten Sie Bilder, rendern Sie 3D-Modelle, etc.! Treten im Alltagsbetrieb Probleme auf, sollten Sie erneut einen Blick auf die Einstellungen werfen und im Zweifelsfall die angelegten Taktraten Schritt für Schritt reduzieren. Manchmal reicht es schon, nur eine der Komponenten ein wenig im Takt zu drosseln, etwa die GPU.

Scheu vor den UEFI

Manche Anfänger greifen aus Angst, im BIOS beziehungsweise UEFI etwas kaputt zu machen, oft vorschnell zu teils dubiosen Windows-Tools, um die Taktraten des Rechners zu steigern. Davon können wir in den meisten Fällen nur abraten. Denn letztlich ist es egal, ob Sie unter Windows oder im UEFI falsche Settings wählen. Das Ergebnis und damit das Risiko ist in beiden Fällen gleich hoch. Die passenden Einstellungen im UEFI zu treffen ist daher meist die deutlich sinnvollere Wahl. Die diversen Windows-Werkzeuge zum Übertakten eignen sich unserer Ansicht nach nur für erfahrene Overclocker, die genau wissen, was Sie tun, und einen kleinen Komfortgewinn wünschen, etwa um Neustarts zu vermeiden.

Spannungswandler kühlen

Nicht nur GPU und Prozessor werden beim Übertakten erhöhten Temperaturen ausgesetzt, auch die Spannungswandler auf dem Mainboard oder der Grafikkarte müssen sich den gesteigerten Belastungen stellen. Daher sollten Sie in jedem Fall auf die Hitzeentwicklung der Spannungswandler achten. Zwar vertragen diese durchaus hohe Temperaturen, auf Dauer wird aber die Lebensdauer reduziert, was in einem ärgerlichen Mainboard- oder Grafikkarten-Ausfall resultieren könnte.

Besonders groß ist das Risko von überhitzenden Spannungswandlern bei Low-Buget-Mainboards. Um Kosten zu sparen, verzichten viele Hersteller bei den günstigen Modellen auf ausladende Kühlkörper. Wird die Hardware mit Standardparametern betrieben, hat dies auch üblicherweise keine Auswirkungen. Erst bei erhöhten Spannungen und damit auch Temperaturen beginnt es, kritisch zu werden.

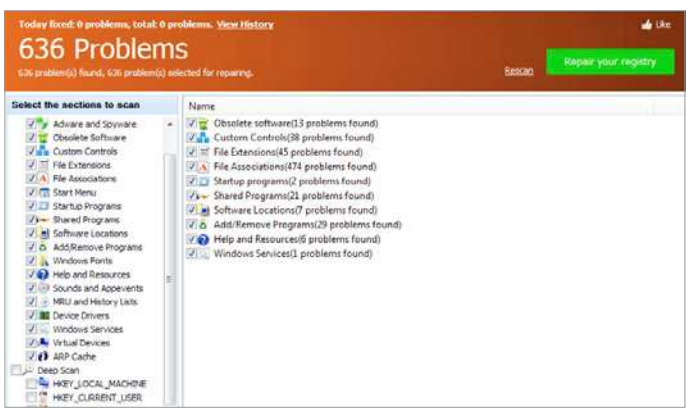
Eim einfachsten schaffen Sie mit einem Gehäuselüfter, der rund um die Spannungswandler einen Luftstrom erzeugt, Abhilfe. Das lohnt sich übrigens auch bei höherwertigen OC-Mainboards, denn der zusätzliche Luftstrom reduziert die Temperaturen und steigert so eventuell das OC-Potenzial noch ein wenig. Wir wünschen Ihnen viel Erfolg bei Ihren Übertaktungsversuchen. *(tl)*

Bilder: Asus, EyeWire

PC-Tuning per Software

Mithilfe von Tuning-Software ist es möglich, mehr aus Ihrem Betriebssystem und Ihrer Hardware herauszuholen. Wir zeigen Ihnen in diesem Praxis-Workshop, wie Ihnen dies am besten gelingt.

Die Basis für alle Optimierungen stellt das Windows Betriebssystem dar. Wir verzichten an dieser Stelle bewusst auf irgendwelche Registry-Tuning-Software und nutzen die Tuning-Software, um unnötigen Ballast loszuwerden. Bei diesem Thema setzen wir auf die kostenlose Version der Glary Utilities (http://bit.ly/1pE9Xmg). Es handelt sich dabei um eine Tool-Sammlung mit den unterschiedlichsten Anwendungsgebieten. Für unsere Belange benötigen wir jedoch nur die Reparatur der Windows Registry, die Kontrolle der Programme im Autostart und die Reparatur der Systemdateien.



Mit den Glary Utilities führen Sie verschiedene Reparaturarbeiten an Ihrem Windows-System durch und erhöhen damit die Performance.

Registry prüfen

In der Registry sammeln sich durch verschiedene Testinstallationen und Updates zahlreiche Einträge an, die nicht mehr benötigt werden. Es ist deswegen sehr hilfreich, diese in regelmäßigen Abständen aufzuräumen. Dazu nutzen Sie die Funktion „Registry Repair“. Sie finden sie entweder in den Symbolen der Schnellstartleiste oder unter „Advanced Tools/Windows Registry/Repair“.

Nachdem Sie die Registry auf Vordermann gebracht haben, sollten Sie auch noch die Systemdateien überprüfen. Diese Funktion macht allerdings nichts anderes, als das Windows Programm sfc.exe („System File Checker“) über ein MS-DOS-Eingabefenster auszuführen.
Zum Abschluss kontrollieren Sie am besten noch, welche Software Windows automatisch beim Systemstart ausführt. Je mehr Anwendungen an dieser Stelle zum Zuge kommen, desto weniger Speicher steht zur Verfügung. Im schlimmsten Fall muss Windows beginnen, die Daten anschließend auf die Festplatte auszulagern. Die Funktion lässt sich entweder über das Symbol „Process Manager“ oder über „System Control / Startup Manager“ aufrufen.

Nachdem Sie sich den Allgemeinzustand Ihres Systems vorgenommen haben, sollten Sie sich im nächsten Schritt um die vorhandenen Trei-

ber kümmern. Kontrollieren Sie dazu als Erstes über die Systemsteuerung und den Geräte-Manager, ob alle Hardware korrekt erkannt wurde. Ist dies der Fall, sollten Sie die Aktualität der Treiber prüfen. Die Hersteller aktualisieren diese in regelmäßigen Abständen und optimieren bei einer neueren Version in der Regel die Stabilität sowie die Performance der Geräte. Die Software „Driver Booster" (http://bit.ly/QRI6iz) unterstützt Sie bei dieser Aktion. Dabei scannt die Software Ihr System, validiert die vorhandenen Komponenten und gleicht die eingesetzte Treiberversion mit der eigenen Datenbank ab. Als Ergebnis erhalten Sie eine Übersicht, zu welchen Geräten ein neuerer Treiber vorhanden ist. Per Mausklick können Sie diese individuell aktualisieren.

Nachdem Sie diese Aktion durchgeführt haben, beseitigen Sie auch die Reste aus vorherigen Treiberinstallationen. Das Spektrum geht dabei von noch aktiven Einträgen in der Registry bis hin zu kompletten Verzeichnissen auf Ihrer Festplatte. Das Programm „Driver Cleaner" (http://bit.ly/1jKubsk) hilft hier. Nach dem Start geben Sie als Erstes an, welche Art von Treibern Sie gerne bereinigen möchten. Das Spektrum reicht dabei von einer 3dfx-Grafikkarte bis hin zu verschiedenen Soundkarten von Creative. Wählen Sie aus der Liste die passenden Geräteklassen aus und starten Sie anschließend die Kontrolle und Bereinigung.

Windows für Spiele optimieren

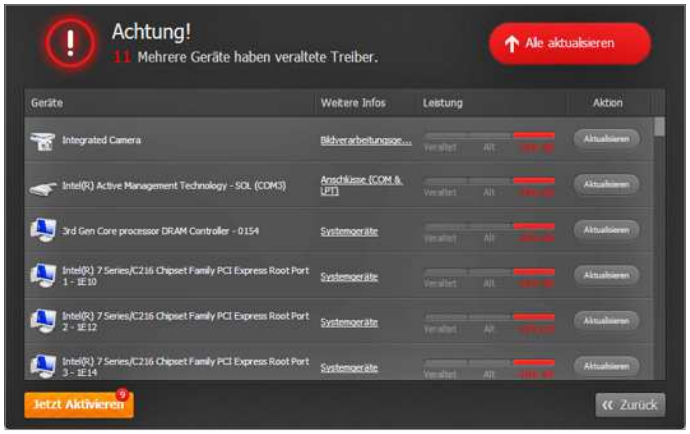
Eine besondere Art von Unterstützung ist der „Razer Game Booster" (http://bit.ly/1sWqmQC). Jedes Spiel bringt etwas andere Anforderungen an die Leistungsfähigkeit eines Systems mit. Im ersten Schritt müssen Sie sich vor der Nutzung des Game Boosters auf der Razer-Plattform mit Ihrer E-Mail-Adresse registrieren. Nachdem dies erfolgreich abgeschlossen wurde, können Sie sich mit der E-Mail-Adresse und Ihrem Passwort einloggen.

Zu Beginn sehen Sie in der Spiele-Ansicht lediglich eine leere Fläche mit dem Hinweis „Keine verfügbaren Inhalte". Wählen Sie zu Beginn die lokal installierten Spiele aus, für die ein Profil erstellt werden soll. Der Game Booster erstellt eine Liste der gefundenen Software Ihres Computers. Ist das passende Spiel darunter nicht zu finden, machen Sie sich über die Schaltfläche „Spiel hinzufügen" selbst auf die Suche im Dateisystem. Zusätzlich bietet die Anwendung über die „Tools" noch zahlreiche Werkzeuge, um Ihr System zu optimieren. An dieser Stelle wird das System unter verschiedenen Gesichtspunkten untersucht. Viele Aktionen sind bereits über die zuvor vorgestellten Anwendungen abgedeckt. Interessant ist jedoch die Rubrik „Beschleunigen", in welcher verschiedene Optimierungsprofile für Ihren Computer hinterlegt sind. Diese untersuchen Ihr System nach unterschiedlichen Kriterien, wie dem Start von Prozessen oder unnötigen Diensten für den Spielebetrieb, und zeigen empfohlene Optimierungsmaßnahmen an.

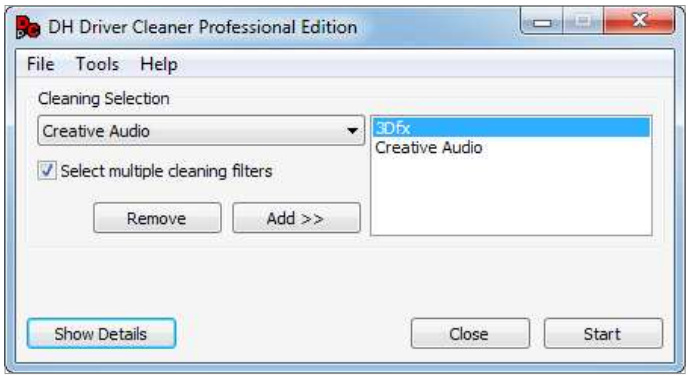
CPU-Tuning

Zusätzlich zum Mainboard-Tuning bieten die beiden großen Prozessor-Hersteller AMD und Intel eigene Tuning-Software für Ihre Prozessoren an. Die AMD OverDrive Software (http://bit.ly/WgwhFV) liefert Ihnen eine zentrale Plattform zur Überwachung und zum Tunen Ihrer CPU. Dabei ist die Software im Wesentlichen in zwei Rubriken unterteilt: der Status-Monitor zur Anzeige der aktuellen Werte und die Leistungssteuerung zum Tuning des Systems.

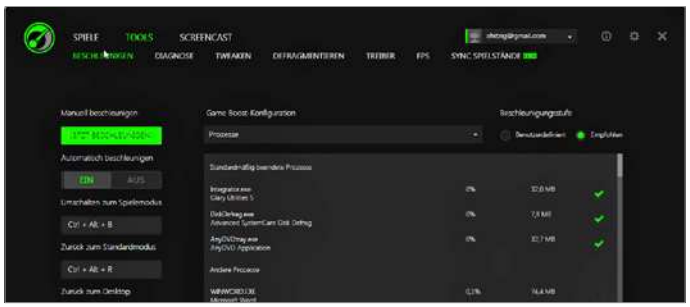
Sie haben innerhalb der Leistungssteuerung vollen Zugriff auf Ihre CPU und deren Kerne. Diese lassen sich entweder gemeinsam oder separat konfigurieren. Für den Start empfehlen wir Ihnen, für alle Kerne einen gemeinsamen Wert festzulegen. Sehr hilfreich ist die Funktion „Stabilitätstest", welche den Prozessor über einen festgelegten Zeitraum mit diversen Aktivitäten beschäftigt und die Ergebnisse auswertet. Damit haben Sie eine direkte Möglichkeit, Ihr System genauer zu untersuchen und zu einem frühen Zeitpunkt Korrekturen durchzuführen. Intel hat seiner Tuning-Software den Namen „Extreme Tuning Utility" (http://intel.ly/1n92HNm) gegeben. Der Leistungsumfang ist mit der AMD-Software zu vergleichen. In einer



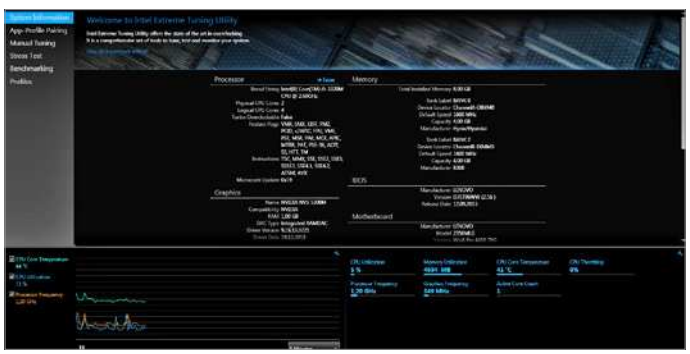
Achten Sie für eine gute Gesamtperformance Ihres Systems auf aktuelle Treiber. Das Tool Driver Booster unterstützt Sie dabei.



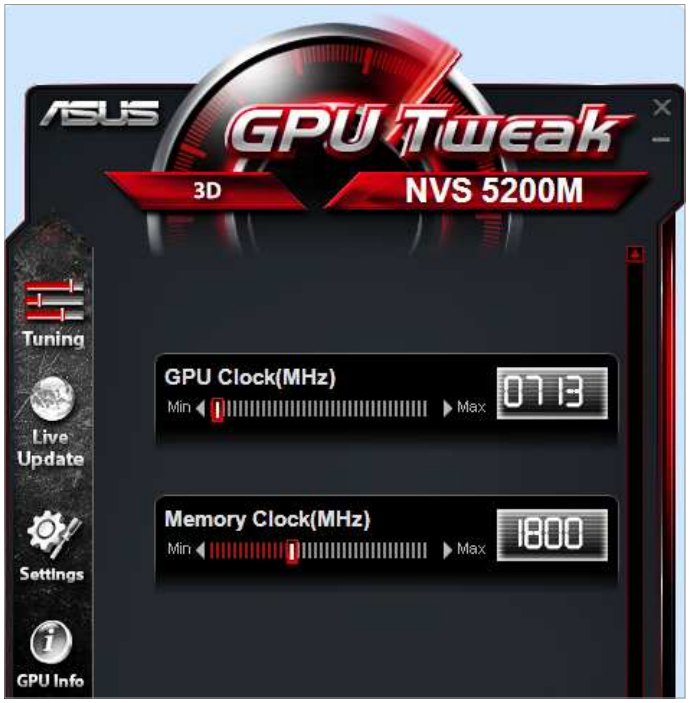
Wählen Sie die passenden Gerätekategorien aus und starten Sie anschließend die Bereinigung Ihres Systems.



Der Game Booster bietet optimierte Einstellungen Ihres Systems für einzelne Spiele und sorgt darüber hinaus für eine optimale Konfiguration zum Spielen.

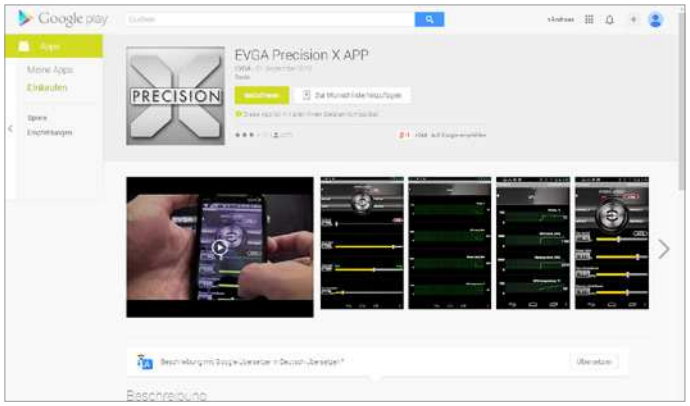


Mit dem Intel Extreme Tuning Utility holen Sie noch mehr Leistung aus Ihrer Intel-CPU raus. Alle Arbeiten geschehen aber auf eigene Gefahr!



Die Oberfläche von GPU Tweak erlaubt die direkte Änderung der Taktraten von GPU und Speicher. Es stehen sechs Profile zur Speicherung der Werte bereit.

Auf der Website von Afterburner finden Sie umfangreiches Dokumentationsmaterial und Videos zum Übertakten Ihrer Grafikkarte.



Für die EVGA Precision X Software gibt es eine Android-App, mit der Sie die Parameter Ihrer Grafikkarte per WLAN tunen können.

ersten Übersicht sehen Sie die aktuellen Systemparameter zu Ihrem Prozessor und den enthaltenen Komponenten.

In der Ansicht „Manual Tuning" setzen Sie die neuen Einstellungen für Ihre CPU. Dies lässt sich mithilfe eines freien Multiplikators erzielen. Die Werte lassen sich auch bei Intel entweder für Kerne gemeinsam oder für jeden Kern individuell regeln. Auch an dieser Stelle steht Ihnen ein Stabilitätstest zur Verfügung, welcher das System nach Ihren Tuning-Aktivitäten noch einmal auf mögliche Probleme überprüft. Interessant ist der integrierte Benchmark, bei dem Sie Ihre aktuellen Leistungswerte mit den vorherigen vergleichen können. Damit sehen Sie direkt, wie viel Performance-Gewinn Sie mit Ihren Aktivitäten erzielen konnten.

Grafikkarte tunen

Im Bereich der Grafikkarten platzieren die meisten Hersteller parallel zu Hardware und Treiber auch die passenden Tuning-Tools. ASUS geht in dieser Rubrik mit der Software „GPU Tweak" (http://bit.ly/1teYkUp) an den Start. Diese erlaubt Ihnen das einfache Übertakten von AMD- und Nvidia-Grafikkarten. Die Oberfläche der Software gestaltet sich sehr übersichtlich: Sie haben in der Ansicht „Tuning" im Standard zwei Regler: GPU Clock und Memory. Diese können Sie nach Belieben nach oben und unten skalieren und anschließend als Profil speichern. Behalten Sie jedoch jederzeit die Rahmenparameter im Blick, wie die Temperatur des GPU und die Drehzahl des Lüfters, und korrigieren Sie Letzteres bei Bedarf entsprechend.

„EVGA Precision X" hat die Nvidia-Grafikkarten im Fokus. Die Oberfläche der Software erinnert an eine Tachoscheibe, auf der Sie die Taktraten für den Speicher und die GPU ablesen können. Direkt darunter finden Sie die entsprechenden Regler, um die Taktraten nach Ihren Vorstellungen zu verändern. Auch bei dieser Lösung haben Sie die Möglichkeit, Ihre Einstellungen in Profilen zu hinterlegen. Eine Übersicht, welche Grafikkarten aktuell unterstützt werden, finden Sie in der Versionshistorie der Software (http://bit.ly/1mTyXSU). Für diese Software gibt es auch eine Android-App, mit der Sie das Tuning Ihrer Karte über ein Smartphone vornehmen können, solange Sie sich im gleichen Netzwerk befinden.

Ein recht breites Spektrum an unterstützten Karten deckt die Tuning-Software Afterburner von MSI ab. Diese besitzt auch die umfangreichste Dokumentation sowie eine deutschsprachige Website (http://bit.ly/1oXVqhU). In der aktuellen Version 3.0.1 werden alle Nvidia Gforce 6 und neuer, alle Forceware 96.xx oder neuer und alle AMD Radeon ab HD 2000 unterstützt. Aktuell ist allerdings kein Support für Onboard- oder auch Notebook-Grafikkarten in Planung. Der Funktionsumfang ist vergleichbar mit der EVGA-Software und bietet Funktionen zum Erhöhen des Chip-, Shader- und des Speichertakts. Parallel dazu passen Sie die Lüftersteuerung an, um eine bestmögliche Kühlung zu erzielen. Sie haben bis zu fünf Profile zur Verfügung, in denen Sie Ihre Konfigurationen speichern. Es scheint aktuell einen klaren Trend in Richtung Smartphone-Apps zu geben.

Auch die Afterburner-Software lässt sich mithilfe einer iOS- oder alternativ einer Android-App steuern. Sie bekommen in diesem Fall auch die aktuellen Leistungs- und Temperaturwerte in Echtzeit auf Ihr mobiles Endgerät geliefert. Auf der Afterburner-Website finden Sie recht ausführliche Anleitungen zu den einzelnen Themen sowie einige Videos, welche die Software schrittweise erklären und zudem noch einige Tipps zum Übertakten geben. *(ah)*

Fazit

Viele Freiheiten

Es gibt umfangreiche Möglichkeiten, die Performance des Systems mit Software zu tunen. Planen Sie Ihre Tuning-Maßnahmen schrittweise ein und messen Sie nach jeder die Performance Ihres Systems erneut. Nur auf diesem Weg stellen Sie fest, ob Ihre Aktionen auch erfolgreich waren. Sobald Sie sich an das Übertakten Ihrer Komponenten machen, sollten Sie die Temperatur genau im Blick behalten. Ansonsten hat dies deutlich negative Einflüsse auf die Lebensdauer Ihrer Hardware.

EISKALTE-SILENT PERFORMANCE

ENGINEERED IN GERMANY

Alpenföhn

BROCKEN ECO

HIGH-PERFORMANCE CPU COOLER

// RockMount-Montagesystem - einfache & sichere Installation
// unschlagbares Preis-Leistungs-Verhältnis
// 120 mm Alpenföhn Wingboost 2 Premium Lüfter
// Asymmetrischer Doppelradiator für 100% Freiheit beim RAM-Einbau

PC Games Hardware
DAS HARDWARE-MAGAZIN FÜR PC-SPIELER
Hersteller des Jahres 2013
Kategorie: CPU-Kühler (Luft)
1. Platz
EKL ALPENFÖHN

Hardware
LESERWAHL
2013
Hersteller des Jahres
Kategorie: CPU-Kühler (Luft)
1. Platz
EKL ALPENFÖHN

Jetzt nur
€29.90

CASEKING OF THE HILL TOURNAMENT

cooled by Alpenföhn

14.000 Euro Preisgeld

- Start: 16. Juli 2014, 18:00 Uhr
- 14-wöchiges Counter-Strike:Global Offensive Turnier
- Die besten Teams aus ganz Europa
- Live auf www.twitch.tv/RoomOnFire
- Mehr Informationen unter www.caseking.de/csgo

Alle Preisangaben inkl. 19% MwSt., exkl. Versandkosten. Irrtümer, Druckfehler und Preisänderungen vorbehalten.

Caseking Outlet: **Gaußstr. 1, 10589 Berlin** eMail: **info@caseking.de** tel. bestellen: **030 52 68 473 00**
Hier bestellen: **caseking.de** Mehr Informationen: **alpenfoehn.de/**

msi®

NVIDIA GEFORCE® GTX

G.A.M.E. Spirit

GTX 780Ti GAMING 3G

Gaming Series Features

GAMING APP
EASY TUNE, EASY PLAY

ADVANCED THERMAL DESIGN
COOLER & QUIETER

MILITARY CLASS 4
TOP QUALITY & STABILITY

EXPERIENCE - PREDATOR
SHARE FOR FUN

JUST GAME!

MSI Grafikkarten erhalten Sie bei:
Amazon - Acom - Arlt - Atelco - Bora Computer - Caseking - Computeruniverse - Cyberport - Home of Hardware - sowie im Fachhandel

game.msi.com

©2013 NVIDIA Corporation. All Rights Reserved. NVIDIA, NVIDIA logo, GeForce, Kepler, GeForce GTX logo, SLI, SLI Ready, Surround, PhysX, 3D Vision, 3DTV Play, and CUDA are registered trademarks and/or trademarks of NVIDIA Corporation in the United States and other countries. Other company and product names may be trademarks of the respective companies with which they are associated.